

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-005419  
 (43)Date of publication of application : 10.01.1995

(51)Int.Cl.

G02F 1/13  
 G02F 1/1335

(21)Application number : 06-021392

(71)Applicant : A G TECHNOL KK

(22)Date of filing : 18.02.1994

(72)Inventor : OI YOSHIHARU  
 WAKABAYASHI TSUNEO  
 SERIZAWA NARIYUKI  
 SONDA YOSHIYUKI  
 KEYAKIDA MASAYA  
 HIRAI YOSHINORI

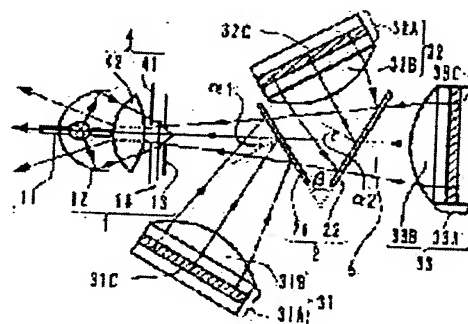
(30)Priority

Priority number : 05 52920 Priority date : 18.02.1993 Priority country : JP

(54) PROJECTION TYPE COLOR LIQUID CRYSTAL OPTICAL DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide the projection type color liquid crystal optical device which makes a uniform, high-contrast and high-luminance display and is compact and lightweight.  
 CONSTITUTION: This device has a light source system 1, dichroic mirrors 21 and 22 which form a specific angle  $\beta$ , reflection type liquid crystal optical elements 31-33 which have reflecting surfaces having condenser lenses attached onto the front surfaces, and a projection optical system 4; and the normal of a dichroic mirror surface and an optical axis of reflection have an angle  $\alpha$  and the optical axis of a reflecting surface and an optical axis of incidence has an angle  $2\gamma$ . The divergent light emitted by a light source 11 is separated by colors into color lights, which are made parallel by the condenser lenses, modulated by the reflection type liquid crystal optical elements, and reflected and modulated, so that the lights are multiplexed and projected from a projection lens 42.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or  
application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]  
[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-5419

(43)公開日 平成7年(1995)1月10日

(51)Int.Cl. <sup>9</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/13	5 0 5	9017-2K		
1/1335	5 3 0	7408-2K		

審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 34 頁)

(21)出願番号	特願平6-21392	(71)出願人	392002206 エイ・ジー・テクノロジー株式会社 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町松原1160番地
(22)出願日	平成6年(1994)2月18日	(72)発明者	大井 好晴 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町松原1160番地 エイ・ジー・テクノロジー株式会社内
(31)優先権主張番号	特願平5-52920	(72)発明者	若林 常生 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町松原1160番地 エイ・ジー・テクノロジー株式会社内
(32)優先日	平5(1993)2月18日	(74)代理人	弁理士 泉名 謙治
(33)優先権主張国	日本 (J P)		

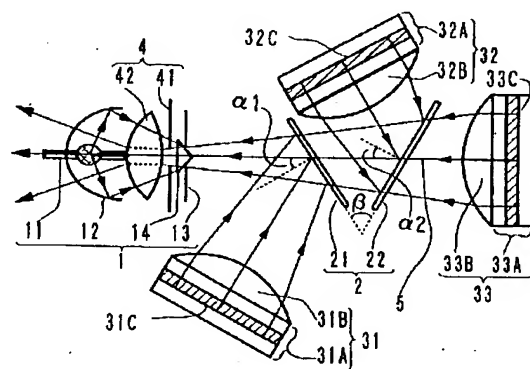
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 投射型カラー液晶光学装置

(57)【要約】

【構成】光源系1と、所定の挟角 $\beta$ をなすダイクロイックミラー21と22と、集光レンズが前面に付設され反射面を持つ反射型液晶光学素子31～33と投射光学系4があり、ダイクロイックミラー面の法線と反射光軸とが挟角 $\alpha$ 、反射面の光軸と入射光軸が挟角 $2 \cdot \gamma$ を有し、光源11から発した発散光は色分離されて色光にされ、集光レンズで平行光化され反射型液晶光学素子で変調され、反射され、変調され、色合成され投射レンズ42から投射される。

【効果】均一性があり、高コントラスト、高輝度の表示が得られ、かつコンパクト、軽量の投射型カラー液晶光学装置を得る。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】光源系と、色分離合成光学系と、光変調手段と、投射光学系とが設けられた投射型カラー液晶光学装置であって、

色分離合成光学系には第 1 の色分離合成手段と第 2 の色分離合成手段とが備えられ、

光変調手段には、三つの集光手段と、三つの液晶光学素子と、三つの反射機能層とが設けられ、

液晶光学素子は透明表電極付きの表基板と、裏電極付きの裏基板との間にネマチック液晶が固化物マトリクスに分散保持され、電圧の印加時と非印加時のいずれか一方の時に固化物マトリクスの屈折率とネマチック液晶との屈折率がほぼ一致せしめられ、透過散乱モードで動作する液晶固化物複合体層が挟持され、

色分離合成光学系には、二つの色分離合成手段が或る水平面上でなす角度  $\beta$  が  $40^\circ \sim 70^\circ$  の範囲に配置され、

投射光学系は前記水平面に対するほぼ垂直面上で、光源系から投射光学系に至る光軸がおり投射を形成するように配置され、

光源から斜め上方に（下方に）出射された光は、光軸に沿って、色分離合成光学系と光変調手段とを経由して進行せしめられ、

第 1 の色分離合成手段は光軸に対する入射角度  $\alpha_1$  が  $20^\circ \sim 35^\circ$  の範囲に設けられ、また、第 2 の色分離合成手段は光軸に対する入射角度  $\alpha_2$  が  $20^\circ \sim 35^\circ$  の範囲に設けられ、

光は色分離合成手段によって三つの色光に分離せしめられ、各色光に対応した集光手段によって集光され、各色光に対応した液晶光学素子によって変調せしめられ、各色光に対応した反射機能層によって入射角度  $\gamma$  が  $1^\circ \sim 20^\circ$  となるように反射され、

各色光に対応した集光手段によって集光され、色分離合成光学手段によって色合成され、投射光学系に入射せしめられることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項 2】請求項 1 の投射型カラー液晶光学装置において、入射角度  $\alpha_1$  と入射角度  $\alpha_2$  とがほぼ等しくせしめられ、かつ、入射角度  $\gamma$  が  $2^\circ \sim 10^\circ$  の範囲とされたことを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項 3】請求項 1 または 2 の投射型カラー液晶光学装置において、集光手段は、三つの液晶光学素子の前面にそれぞれ付設または近設せしめられてなることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項 4】請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項の投射型カラー液晶光学装置において、三つの反射機能層は三つの液晶光学素子にそれぞれ設けられてなることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項 5】請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項の投射型カラー液晶光学装置において、三つの集光手段は三つの液晶

光学素子と、第 1 の色分離合成手段または第 2 の色分離合成手段のいずれか一つとの間にそれぞれ配置され、そして、チャージ・トランスファー・プレート（CTP）が裏基板として用いられ、前記反射機能層は CTP と液晶固化物複合体層との間に配置されてなることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項 6】請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項の投射型カラー液晶光学装置において、光源系は楕円鏡と光源と開口絞りとからなり、楕円鏡の第 1 焦点近傍に光源の発光部が配置され、楕円鏡の第 2 焦点近傍に開口絞りの開口が位置するように開口絞りが配置され、開口近傍に錐体状プリズムまたは錐体状反射体が配置されてなることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項 7】請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項の投射型カラー液晶光学装置において、表基板は透明絶縁性基板上に透明電極が形成され、裏基板には、複数の行配線と、複数の列配線と、前記行配線と前記列配線の交点近傍に能動素子が設けられ、前記行配線、前記列配線、前記能動素子の一部もしくは全部を覆うように誘電体多層膜ミラーが形成され、さらに、前記誘電体多層膜ミラー層上に形成された透明電極が画素表示用の裏電極として用いられてなることを特徴とする投射型カラー液晶表示装置。

【請求項 8】請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項の投射型カラー液晶光学装置において、表基板には透明絶縁性基板上に透明電極が形成され、裏基板には、複数の行配線と、複数の列配線と、前記行配線と前記列配線の交点近傍に画素電極を駆動する能動素子とが設けられ、さらに第 3 の電極が設けられ、前記第 3 の電極は、前記行配線、前記列配線、前記能動素子の一部もしくは全部を覆うか、および／または、隣接する画素電極の間隙をほぼ覆うように配置され、前記第 3 の電極と表電極との間の電氣的ポテンシャルは液晶固化物複合体層のしきい値以下にされたことを特徴とする投射型カラー液晶表示装置。

【請求項 9】請求項 1 ～ 8 のいずれか 1 項の投射型カラー液晶光学装置において、色分離合成手段の少なくともいずれか一方は、その光学面上での位置による入射角度による分光透過特性の差を補償する機能を備えてなることを特徴とする投射型カラー液晶表示装置。

【請求項 10】請求項 1 ～ 9 のいずれか 1 項の投射型カラー液晶光学装置において、反射機能層に、屈折率が相対的に高い透光性誘電体薄膜と屈折率が相対的に低い透光性誘電体薄膜とが交互に積層された誘電体多層膜ミラーが用いられてなることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項 11】請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項の投射型カラー液晶光学装置において、表基板の界面か、透明電極面の表面に微細な凹凸が形成されてなることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項 12】請求項 1 ～ 11 のいずれか 1 項の投射型



カラー液晶光学装置において、反射機能層に、色分離合成手段の色純度を補償する波長選択反射性が備えられていることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項13】請求項1～12のいずれか1項の投射型カラー液晶光学装置において、集光手段か、反射機能層か、液晶光学素子のいずれか一つに、色分離合成手段の色純度を補償する波長選択吸収性が備えられていることを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項14】請求項5の投射型カラー液晶光学装置において、CTPと液晶固化物複合体との間に形成された反射面は画素に分割された電極を有することを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【請求項15】請求項6の投射型カラー液晶光学装置において、楕円鏡の第2焦点近傍に配置された開口絞りの開口の光学的共役像が生成される位置に、第2の開口絞りが設けられたことを特徴とする投射型カラー液晶光学装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、光源系と色分離合成光学系（二つのダイクロイックミラー）と三個の反射型液晶光学素子と投射光学系とを構成要素とする投射型カラー液晶光学装置に関する。

【0002】

【従来の技術】液晶光学素子は、当初は動的散乱型（DSM）の液晶を用いた液晶光学素子も提案されていたが、DSMでは液晶中を流れる電流値が高いため、消費電流が大きいという欠点があり、現在ではツイストネマチック型（TN）液晶を用いるものが主流となっており、ポケットTVとして市場に現われている。TN液晶では、漏れ電流は極めて小さく、消費電力が少ないので、電池を電源とする用途には適している。しかし、偏光板を用いるため表示が暗くなる欠点がある。

【0003】さらに近年、ネマチック液晶が固化物マトリクス中に分散保持され、電圧の印加時または非印加時のいずれかの状態においてその固化物マトリクスの屈折率が使用する液晶の屈折率とほぼ一致するようにされた液晶固化物複合体を挟持してなる透過散乱型液晶光学素子が注目されている。この透過散乱型液晶光学素子は、偏光板を使用しないため、明るい表示が可能であるという利点がある。このため、特に投射型光学装置に使用すると、明るい投射画像が得られるので注目を集めている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この透過散乱型液晶光学素子を、素子の片面に光反射層を形成し反射型素子として用いる場合、透過型素子として用いる場合に比べて光が光変調機能層を往復するので、作用長として二倍大きく、その結果散乱時の散乱能が高い素子となる。したがって、この透過散乱型液晶光学素子を反射型光学装置

として用いた場合、透過状態と散乱状態の差が顕著に生じ、透過型光学装置の場合に比べ、高コントラスト表示が可能となり得る。

【0005】また、この透過散乱型液晶光学素子を反射型素子として用いたカラー投射型液晶光学装置、特に白色光源を青（B）・緑（G）・赤（R）の三色に色分離した後各々の色光を変調する三個の反射型液晶光学素子を用いたカラー投射型液晶光学装置は、反射型液晶光学素子の光散乱性を調整することにより良好なフルカラー投射が可能となるため有用である。

【0006】さらに、裏電極基板の電極が分割された画素電極から構成され、各画素電極は画素毎に設けられたTFT等の能動素子によって駆動される反射型液晶表示素子を用いたフルカラー投射型表示装置が提案されている。各画素毎に能動素子と蓄積容量とを形成した場合、反射型にすることにより蓄積容量形成に伴う画素開口率の減少がなくなり、透過型に比べて高開口率が得られやすいとともにTFT等の能動素子の設計自由度が一般に増す。

【0007】従来、透過散乱型液晶光学素子を反射型素子として用いたカラー投射型液晶光学装置は、例えば特表昭61-502286号公報にはモザイク状に青・緑・赤のカラーフィルタが形成された単一反射型表示素子を用いた投射型液晶表示装置が記載されている。しかし、これには白色光源をBGRの三色に色分離した後各々の色光を変調する三個の反射型光学素子を用いたカラー投射方式に関しては何等説明されていない。

【0008】また、透過散乱型液晶光学素子を反射型素子として用い、白色光源をBGRの三色に色分離した後各々の色光を変調する三個の反射型光学素子を用いたカラー投射型液晶表示装置に関しては、その光学系の構成が特開平4-142528号公報の第5図、または特開平4-232917号公報の第1図に記載されている。これらの公知例ではいずれも、光源系の集光鏡として楕円鏡を用い、光源系から出射された発散光を一個の凸レンズによって平行光化した後三個の透過散乱型液晶光学素子の反射型素子へと入射している。

【0009】ここで、色分離合成系として互いに45°で交差するダイクロイックプリズムが平行光化用凸レンズと反射型素子との間に配置され用いられている。この従来例を図18と図19に示す。図18は光源系と投射レンズを省略した光学系の平面図、図19は全体の側面図である。その結果、投射レンズ142と平行光化用凸レンズ130および光源系101と平行光化用凸レンズ130との間に空間が必要となり、カラー投射型液晶表示装置の容積の増大を招いてしまった。

【0010】また従来、透過型液晶光学素子を用いたカラー投射型液晶表示装置において一般的に利用されている平板型ダイクロイックミラーと比較して、ダイクロイックプリズムは光学調整が容易であり光路長が短縮でき

る長所がある反面、重量が増大するとともに高価なものとなってしまうといった問題があった。

【0011】さらに、反射型液晶光学素子131、132、133の入射光と反射光は同一光軸ではなく、反射型液晶光学素子の反射面に対してある角度を有して入射・反射するため、反射型液晶光学素子の有効面に対応して光を損失なく利用するためには、色分離合成系102 および平行光化用凸レンズ130 の有効面が反射型液晶光学素子の反射面に比べ大きな面積を必要とし、容積および重量の増大を招いてしまった。

【0012】さらに、平行光化用凸レンズ130 はBGRの3色に対して投射レンズ142 の結像作用に影響するため、投射型表示装置とした場合、色収差を低減するために二種以上のレンズを組み合わせた複雑な構成とする必要があった。一方、色分離合成系として互いに45°で交差するダイクロイックプリズムの代わりに、平板型ダイクロイックミラーを互いに45°に交差した図20と図21に示すような構成も考えられる。

【0013】図20は平面図、図21は側面図である。ただし、側面図においてダイクロイックミラー202 で反射分離された光に対する反射型液晶光学素子の図示は省略した。この場合、ダイクロイックプリズムを用いた場合に比べ、軽量化およびコストダウンが図れるが、ダイクロイックミラー202 の交差部分の陰がスクリーン上に投射されやすいといった問題が生じる。これは投射型表示装置としての表示品位の劣化原因として重大な問題となる。

【0014】また、従来の透過型液晶光学素子を用いたカラー投射型液晶表示装置においては、色分離系と色合成系に各々二種のダイクロイックミラーが一般的に利用されているため、合計四個のダイクロイックミラーによってBGRの三色の色純度を調整できる自由度があった。しかし、反射型液晶光学素子を用いたカラー投射型液晶表示装置の場合、図18～図21に示されるように、二種のダイクロイックミラーによってBGRの三色の色純度を調整しなければならない。このような制約の下では投射用光源として演色性および発光効率の高い白色光源、例えばメタルハライドランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ等を用いた場合、BGRの三色の優れた色純度は達成できない。

【0015】光変調材料として液晶固化物複合体の代わりに粘弾性体を用いた反射型表示素子が、例えばSPIE VOL. 1255, 「Large-Screen Projection Display (1990), page 69-78」(ラージ・スクリーン・プロジェクション・ディスプレイ)に記載されている。その反射型表示素子は画素電極毎に形成された能動素子によって粘弾性体に電圧を印加し、その印加電圧に応じて生じて粘弾性体反射表面が変形し回折格子が形成される。そこに入射光が照射されると回折光が生じる。

【0016】ここで、コントラスト比の高い投射像表示のために、非回折光を遮断するシュリーレン・ストップあるいはシュリーレン棒を利用したダーク・フィールド・シュリーレン光学系が用いられている。これは、液晶固化物複合体を透過散乱型表示素子として用いる場合と異なり、電圧非印加時が透明状態(非回折状態)であるため、電圧非印加状態を黒レベル表示とするためにはダーク・フィールド・シュリーレン光学系を用いることになる。

10 【0017】図22～図24に、上記文献で説明されている三種の光学系を記した。図22は非回折光除去系としてシュリーレン・ストップが用いられた場合を、図23は非回折光除去系としてシュリーレン棒が用いられた場合を、図24は非回折光除去系としてシュリーレン・ストップを用い、集光レンズを光源側と投射側に用い、色分離合成用ダイクロイックミラーへの入射光を平行光とした場合である。ここで、光源LS、光源集光レンズLC、ダイクロイックミラー21、22、レンズL1、L2、L3、および、光変調表示素子E1、E2、E3と投射レンズL4などが示されている。

20 【0018】これらの場合、電圧非印加時は粘弾性体は変形せず、0次回折光(非回折光)が全てシュリーレン・ストップあるいはシュリーレン棒によって遮断され、スクリーンに光が投射されない。したがって、画像の黒レベルは低い値に抑制できる反面、明レベルは回折強度が充分でないと明るい投射像とはなり得ない。また、投射光が回折光成分であるため指向性は不揃いであり、投射レンズに至る光路長が長い場合途中の光路で光が散逸してしまいスクリーンに投射される光量が低下する。さらに、回折光をスクリーン上に効率よく集光するためには口径の大きな投射レンズが必要となる。

30 【0019】したがって、粘弾性体を用いた反射型表示素子において用いられるダーク・フィールド・シュリーレン光学系では指向性の乱された回折光を投射光とするため、通常の光学系では投射レンズに至るまでに散逸する光および投射レンズの口径でけられる光が多く、スクリーンに到達する光が減少してしまうといった問題があった。また、このような光量損失を低減するためには大型の色分離合成系(ダイクロイックミラー)および大口径の投射レンズを必要とし、装置全体の大形化が必要となり、また生産性が悪化することとなった。

40 【0020】文献では、図22～図24の三種の光学系についてその長所と短所が説明されているが、いずれもこのような問題を内包し、最終的にどのような形態が好ましか結論づけられていない。このため、透過散乱型液晶光学素子を反射型液晶光学素子として用いた投射型カラー液晶光学装置において、小型かつ軽量でカラーの色純度が高いものが望まれていた。

【0021】また、ジェー・イー・ギンサー(J. E. Gunther)らによる文献、「High Vi

sibility Color Projection Display (final technical report)、HAC reference number F2317 (1986)」（ハイ・ビジビリティ・カラー・プロジェクション・ディスプレイ）には、単結晶シリコンを能動素子としDSM液晶を光変調手段とした反射型液晶表示素子を三枚用い、色分離合成光学系としてプリズムブロック（プリズム三個の組み合わせ構造）を用いた投射型表示装置が開示されている（図31参照）。

【0022】この場合、ダイクロイックミラー面への光入射角が $45^\circ$ 以下のため、 $45^\circ$ 入射のダイクロイックミラー、ダイクロイックプリズムに比較して色分離および合成のシャープネスが高く、したがって投射光の色純度が高いものとなる。しかし、プリズムが三個必要となり、図18～図21に示された $45^\circ$ 入射交差型色分離合成系に比べて集光レンズと表示素子との光路長が長くなる。

【0023】一般に、発光輝度および発光寿命の長いメタルハライドランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ等の白色光源は完全な点光源ではないため、図示される光源系のレンズにより集光しても完全に一点には集光されにくい。また、反射板から発散された光をレンズで平行光化しても指向性の揃った平行光とはならない。このように、液晶表示素子への入射光が完全な平行光でない場合、液晶表示素子へ入射する途中でプリズム側面から散逸してしまう光、あるいはプリズム側面で全反射され指向性の乱れた光となって液晶表示素子へと入射する光が増大する。

【0024】また、液晶表示素子の反射面で反射されプリズムを通過し、最終的に投射されるべき光についても、本来投射されるべき正規反射光の一部がプリズム側面から散逸してしまうか、あるいはプリズム側面で全反射され投射レンズに入射できなくなることがある。さらに、前述の指向性の乱れた入射光は、液晶表示素子が透明状態の時に正規反射されて投射レンズに入射しないために投射光の明るさには寄与しないが液晶表示素子が散乱状態の時に投射レンズに入射する光を生成し、そのため暗レベルを増加させてしまう。

【0025】その結果、投射光の明るさを低下させるとともにコントラスト比を劣化させることとなる。これは、プリズム側面の面積が大きいため、液晶表示素子が散乱状態の時に散乱光がプリズム側面で全反射されプリズム内部に滞在する割合が増すことに起因する。

【0026】そのため、実用的な光源を用いた場合でも所望の特性を発現させるには液晶表示素子の表示面に比較して充分大きなプリズムを準備する必要が生じるので、装置全体の重量が相当に増大する。また、Red（赤）用液晶表示素子に入射する光はダイクロイックミラー面で色分離された後プリズム面で全反射させるため

プリズムへの入射光を平行光とする必要がある。その結果、平行光化レンズを含む投射レンズ系が大型になり装置全体の容積が増大してしまうといった問題があった。

【0027】さらに、図31に示されるダイクロイックミラー面に対して、液晶表示素子への入射光の入射角と、液晶表示素子での反射光の入射角とは異なるため、同一ダイクロイックミラー面位置でのダイクロイックミラーの分光特性が異なり、その結果、光利用効率の低下および迷光の発生原因となることがある。

10 【0028】また、特開平4-113344号公報には、光源系として光源と楕円鏡と絞りと集光用レンズを有し、楕円鏡を集光鏡としその第1焦点位置に光源を配置し、光源からの光を第2焦点位置に集光し、第2焦点位置に配置された絞りの開口部を通過した光を集光レンズで集光して透過散乱型表示素子へ入射させ、その透過散乱型表示素子から出射した光を集光させ、その焦点位置に開口部を有する第2の絞りを配置した投射光学系を設けたことを特徴とする投射型表示装置が記載されている。また、反射型液晶表示素子を用いた場合の構成についての記載がある。

20 【0029】また、特開平4-142528号公報および特開平4-305637号公報に、前述の投射型表示装置と色分離合成系と三枚の透過散乱型表示素子を組み合わせた反射型表示装置に関する実施例が記載されている。

【0030】

【課題を解決するための手段】本発明は前述の課題を解決すべくなされたものであり、小型かつ軽量で色純度が高い投射型カラー液晶光学装置を提供する。

30 【0031】まず、本発明の基本的な構成は、水平面（特定の一平面）でほぼ $60^\circ$ の角度で $\Delta$ （デルタ）状に配置した三つの反射型の液晶光学素子と、 $60^\circ$ 前後の挟角 $\beta$ でV字状に配置した二つの色分離合成手段（具体的には、平板型ダイクロイックミラー）からなる色分離合成光学系と、さらに、光源系から液晶光学素子、そして投射光学系に至るまでに、前記水平面に対する垂直面の方向に、光源系から上方（下方）に向けて斜めに光が出射され、色分離合成光学系を経由して、そして反射型液晶光学素子で反射され、上方（下方）に向けて出射されて、あおり投射が行われる光学的配置である。図27に本発明の一実施態様の斜視図を示す。図27の構成では、光源系（光源11、楕円鏡12、凹型錐体状反射体15b）、色分離合成光学系（ダイクロイックミラー21、22）、光変調手段（反射型液晶光学素子31A、32A、33A）は、それぞれ液晶高分子複合体層（LCPC）を電気的制御可能な光変調機能層として備え、また、反射機能層31C、32C、33Cをそれぞれ内蔵する）などを設けている。また、反射機能層の前後での光路を一部拡大して図32に示す。ここで、中心光軸5および光軸AXを示し、分離された色光は光軸AXに沿って進行する。なお、これ

らの図中で、 $\beta = \alpha 1 + \alpha 2$ の関係がある（図 1 参照）。また、二つのダイクロイックミラー 21 と 22 とは基本的には平面（ $H_p$ ）に対する二つの垂直面であるが、やや傾いた場合も実用上あり得る。また、図 30 には、本発明の一例における平面図を、図 31 に示す従来例と対比するために、各構成要素をほぼ同じ条件とし、さらにほぼ同じスケール比で模式的に示している。

【0032】本発明では、光源系と、色分離合成光学系と、光変調手段と、投射光学系とが設けられた投射型カラー液晶光学装置であって、色分離合成光学系には第 1 の色分離合成手段と第 2 の色分離合成手段とが備えられ、光変調手段には、三つの集光手段と、三つの液晶光学素子と、三つの反射機能層とが設けられ、液晶光学素子は透明表電極付きの表基板と、裏電極付きの裏基板との間にネマチック液晶が固化物マトリクスに分散保持され、電圧の印加時と非印加時のいずれか一方の時に固化物マトリクスの屈折率とネマチック液晶との屈折率がほぼ一致せしめられ、透過散乱モードで動作する液晶固化物複合体層が挟持され、色分離合成光学系には、二つの色分離合成手段が或る水平面上でなす角度  $\beta$  が  $40^\circ \sim 70^\circ$  の範囲に配置され、投射光学系は前記水平面に対するほぼ垂直面上で、光源系から投射光学系に至る光軸があおり投射を形成するように配置され、光源から斜め上方に（下方に）出射された光は、光軸に沿って、色分離合成光学系と光変調手段とを経由して進行せしめられ、第 1 の色分離合成手段は光軸に対する入射角度  $\alpha 1$  が  $20^\circ \sim 35^\circ$  の範囲に設けられ、また、第 2 の色分離合成手段は光軸に対する入射角度  $\alpha 2$  が  $20^\circ \sim 35^\circ$  の範囲に設けられ、光は色分離合成手段によって三つの色光に分離せしめられ、各色光に対応した集光手段によって集光され、各色光に対応した液晶光学素子によって変調せしめられ、各色光に対応した反射機能層によって入射角度  $\gamma$  が  $1^\circ \sim 20^\circ$  となるように反射され、各色光に対応した集光手段によって集光され、色分離合成光学手段によって色合成され、投射光学系に入射せしめられることを特徴とする第 1 の投射型カラー液晶光学装置を提供する。

【0033】ここで  $\alpha 1$  と  $\alpha 2$  とが常に完全に一致するという必要はない。また、水平面上でなす角度とは二つの平板型ダイクロイックミラーを一定の平面上に投影した場合、もしくはその平面での断面における角度として定義する。例えば、図 1 の平面図に現れる角度  $\beta$  を指す。

【0034】また、第 1 の投射型カラー液晶光学装置において、入射角度  $\alpha 1$  と入射角度  $\alpha 2$  とがほぼ等しくせしめられ、かつ、入射角度  $\gamma$  が  $2^\circ \sim 10^\circ$  の範囲とされたことを特徴とする第 2 の投射型カラー液晶光学装置を提供する。また、この第 2 の投射型カラー液晶光学装置において、入射角度  $\alpha 1$  が  $30^\circ$ （ $\beta = 60^\circ$ ）に設定されることがさらに好ましい。

【0035】また、第 1 または第 2 の投射型カラー液晶光学装置において、集光手段は、三つの液晶光学素子の前面にそれぞれ付設または近設せしめられてなることを特徴とする第 3 の投射型カラー液晶光学装置を提供する。

【0036】また、第 1 ～第 3 のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、三つの反射機能層は三つの液晶光学素子にそれぞれ設けられてなることを特徴とする第 4 の投射型カラー液晶光学装置を提供する。

【0037】また、第 1 ～第 4 のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、三つの集光手段は三つの液晶光学素子と、第 1 の色分離合成手段または第 2 の色分離合成手段のいずれか一つとの間にそれぞれ配置され、そして、チャージ・トランスファー・プレート（CTP）が裏基板として用いられ、前記反射機能層は CTP と液晶固化物複合体層との間に配置されてなることを特徴とする第 5 の投射型カラー液晶光学装置を提供する。ここで、CTP とは基板中に多数の細い導線が密に埋め込まれた構造体を指す。

【0038】また、上記の第 1 ～第 5 のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、光源系は楕円鏡と光源と開口絞りとかからなり、楕円鏡の第 1 焦点近傍に光源の発光部が配置され、楕円鏡の第 2 焦点近傍に開口絞りの開口が位置するように開口絞りが配置され、開口近傍に錐体状プリズムまたは錐体状反射体が配置されてなることを特徴とする第 6 の投射型カラー液晶光学装置を提供する。この構成により、光源からコリメーション角度が例えば、 $6^\circ \sim 10^\circ$  の範囲の好ましい光源光を効率よく得ることができる。

【0039】また、上記の第 1 ～第 6 のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、表基板は透明絶縁性基板上に透明電極が形成され、裏基板には、複数の行配線と、複数の列配線と、前記行配線と前記列配線の交点近傍に能動素子が設けられ、前記行配線、前記列配線、前記能動素子の一部もしくは全部を覆うように誘電体多層膜ミラーが形成され、さらに、前記誘電体多層膜ミラー層上に形成された透明電極が画素表示用の裏電極として用いられてなることを特徴とする第 7 の投射型カラー液晶表示装置を提供する。

【0040】TFT 基板のミラー上もしくは上方に配置された透明（画素）電極という二重電極構造は、単一の液晶光学素子の場合にも適用が可能である。

【0041】また、上記の第 1 ～第 7 のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、表基板には透明絶縁性基板上に透明電極が形成され、裏基板には、複数の行配線と、複数の列配線と、前記行配線と前記列配線の交点近傍に画素電極を駆動する能動素子とが設けられ、さらに第 3 の電極が設けられ、前記第 3 の電極は、前記行配線、前記列配線、前記能動素子の一部もしくは全部を覆うか、および／または、隣接する画素電極の間隙をほ

ば覆うように配置され、前記第3の電極と表電極との間の電氣的ポテンシャルは液晶固化物複合層のしきい値以下か等しくされてなることを特徴とする第8の投射型カラー液晶表示装置を提供する。

【0042】この構造によって、液晶固化物複合体を備えた液晶光学素子に特有な、隣接する画素間隙で発生する機能上の問題を改善することができる。そして、良好な開口率と低電圧駆動が液晶固化物複合層に対する好ましい電氣的効率から得られる。この構造も、通常の単一の液晶光学素子を用いる種々の応用例に適用することができる。

【0043】また、第1～第8のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、色分離合成手段の少なくともいずれか一方は、その光学面上での位置による入射角度による分光透過特性の差を補償する機能を備えてなることを特徴とする第9の投射型カラー液晶表示装置を提供する。具体的には、ダイクロイックミラー面内での分光透過特性の差に分布を設けることである。

【0044】また、上記の第1～第9のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、反射機能層に、屈折率が相対的に高い透光性誘電体薄膜と屈折率が相対的に低い透光性誘電体薄膜とが交互に積層された誘電体多層膜ミラーが用いられてなることを特徴とする第10の投射型カラー液晶光学装置を提供する。

【0045】また、上記の第1～第10のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、表基板の界面か、透明電極面の表面に微細な凹凸が形成されてなることを特徴とする第11の投射型カラー液晶光学装置を提供する。

【0046】また、上記の第1～第11のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、反射機能層に、色分離合成手段の色純度を補償する波長選択反射性が備えられてなることを特徴とする第12の投射型カラー液晶光学装置を提供する。また、上記の第1～第12のいずれか一つの投射型カラー液晶光学装置において、集光手段か、反射機能層か、液晶光学素子のいずれか一つに、色分離合成手段の色純度を補償する波長選択吸収性が備えられてなることを特徴とする第13の投射型カラー液晶光学装置を提供する。

【0047】さらに、本発明の一例を説明すると、光源系と、色分離合成用の第1と第2の二つのダイクロイックミラーと、三個の液晶光学素子と反射機能層と投射光学系とが設けられた投射型カラー液晶光学装置であって、光源系から投射光学系に至る光軸が設けられ、ダイクロイックミラーが第1の平板型ダイクロイックミラーと第2の平板型ダイクロイックミラーであり、光軸と第1の平板型ダイクロイックミラー面の法線とがなす角度 $\alpha_1$ が $20^\circ \sim 35^\circ$ とされ、光軸と第2の平板型ダイクロイックミラー面の法線とがなす角度 $\alpha_2$ が $20^\circ \sim 35^\circ$ とされ、第1の平板型ダイクロイックミラー面と

第2の平板型ダイクロイックミラー面とが水平面上でなす角度 $\beta$ が $40^\circ \sim 70^\circ$ となるように配置され、液晶光学素子は電氣的に透過散乱状態を制御する機能を備え、液晶光学素子の裏側に反射機能層が設けられ、三個の液晶光学素子はいずれも、反射面の光学軸と入射光の光軸とがなす角度 $\gamma$ が $1^\circ \sim 20^\circ$ 、好ましくは、 $2^\circ \sim 10^\circ$ となるように配置され、反射面における入射光は、入射光の光軸と反射光の光軸とによって定まる平面と、第1の平板型ダイクロイックミラーの法線を含む平面と平行であり、かつ第2の平板型ダイクロイックミラーの法線を含む平面に平行な平面とがほぼ直交するように配置され、光源から発した光は、第1の平板型ダイクロイックミラーおよび／または第2の平板型ダイクロイックミラーの働きにより色分離され三つの色光とされ、第1の平板型ダイクロイックミラーまたは第2の平板型ダイクロイックミラーいずれか一方から出射され、各色光毎に対応せしめられた、集光手段と液晶光学素子（の変調機能層）と反射機能層によって集光され、変調され、反射され、再び変調され（すなわち、二回変調機能層を通過する）、再び集光され、さらに各色光は第1の平板型ダイクロイックミラーおよび／または第2の平板型ダイクロイックミラーの働きにより色合成され、投射レンズを通過して投射される。集光手段が液晶光学素子の背面に配置された場合には、各色光は一回だけ集光手段を通過する。さらに、集光手段と反射機能層とが一体化された集光性反射手段を用いることができる。

【0048】また、上記の第5の投射型カラー液晶光学装置において、CTPと液晶固化物複合体との間に形成された反射面は画素に分割された電極を有することを特徴とする第14の投射型カラー液晶光学装置を提供する。

【0049】また、上記の第6の投射型カラー液晶光学装置において、楕円鏡の第2焦点近傍に配置された開口の光学的共役像が生成される位置に、第2の開口絞りが設けられたことを特徴とする第15の投射型カラー液晶光学装置を提供する。また、この第15の投射型カラー液晶光学装置において、楕円鏡の第2焦点近傍に配置された開口絞りと第2の開口絞りの開口の大きさがいずれも可変とされたことを特徴とする第16の投射型カラー液晶光学装置を提供する。さらに、本発明について詳述を続ける。

【0050】本発明の投射型液晶光学装置では、使用する液晶光学素子として、好ましくは電氣的に散乱状態と透過状態とを制御し得る液晶固化物複合体を挟持した反射型の液晶光学素子を用いる。このため、偏光板が不要であり、明るい光源を使用でき、かつ透過時の光の透過率を大幅に向上できる。

【0051】また、液晶固化物複合体を挟持した液晶光学素子は、反射型のTN型の液晶光学素子に必須の配向処理やその際に発生する静電気による能動素子の破壊と

いった問題も避けられるので、液晶光学素子の製造歩留りを大幅に向上できる。

【0052】さらに、この液晶固化物複合体は、固化後はフィルム状になっているので、基板の加圧による基板間短絡やスペーサの移動による能動素子の破壊といった問題も生じにくい。

【0053】また、この液晶固化物複合体は、比抵抗が従来のTN液晶の場合と同等であり、DSM液晶のように大きな蓄積容量を画素電極毎に設けなくてもよく、各画素電極に設けられる能動素子の設計が容易で、かつ、液晶光学素子の消費電力を少なく保つことができる。したがって、従来のTN液晶光学素子の製造工程から配向膜形成工程を除くだけで製造が可能になるので、生産が容易である。また、液晶固化物複合体では各セル内のカップセル化液晶の平均的な粒子径や、それらの形状や(楕円体形状)、さらに密度などを用いる色光の主波長域に応じて適合せしめることができる。例えば、 $R_B < R_G < R_R$  のように各液晶光学素子のセルを形成することができる。また、基板厚みを色光毎に最適化することができる。

【0054】液晶固化物複合体の比抵抗としては、 $5 \times 10^9 \Omega \text{cm}$ 以上のものが好ましい。さらに、漏れ電流等による電圧降下を最小限にするために、比抵抗として $10^{10} \Omega \text{cm}$ 以上がより好ましく、この場合には大きな蓄積容量を画素電極毎に付与する必要がない。

【0055】図1は本発明の投射型液晶光学装置の基本的構成を示す平面図であり、図2は本発明の投射型液晶光学装置の基本的構成を示す側面図である。ただし、図2において二種のダイクロイックミラー21、22によって反射分離された光が入射する反射型液晶素子ブロック31、32は省略し、二つのダイクロイックミラーを透過した光に対する反射型液晶素子ブロック33およびその光線を記載した。他の二個の反射型液晶素子31、32の配置および光線は、ダイクロイックミラー21、22の反射面に対して、記載された反射型液晶素子ブロック33の配置および光線の鏡面对称となっている。

【0056】図1と図2において、光源系1はランプ11と楕円鏡12と開口絞り13を備え、ランプ11から出射した光は、楕円鏡12で反射した後、開口絞り13近傍に集光される。ここで、ランプ11は楕円鏡12の第1焦点近傍に、開口絞り13は楕円鏡12の第2焦点近傍に設置されている。開口絞り13を通過した光は第1の平板型ダイクロイックミラー21によって、ランプ11の可視光に含まれるBGRのいずれかの波長帯域の光が反射され他の波長帯域の光は透過する。

【0057】さらに、第1の平板型ダイクロイックミラー21を透過した残りの波長帯域の光は第2の平板型ダイクロイックミラー22に入射し、BGRのうちのいずれかの波長帯域の光が反射され残りの波長帯域の光は透過する。このようにして、平板型ダイクロイックミラー21お

よび第2の平板型ダイクロイックミラー22によってBGRの三色に分光された光は、各々集光レンズ31B、32B、33Bに入射した後平行光化され、透過散乱型の反射型液晶光学素子31A、32A、33Aに入射する。

【0058】便宜上、集光レンズ31B、32B、33Bと透過散乱型の反射型液晶光学素子31A、32A、33A各々の組み合わせを反射型液晶光学素子ブロック31、32、33と表現する。これらの入射光は、反射型液晶光学素子ブロック31、32、33によってその指向性が光変調され、液晶固化物複合体層への印加電圧に応じて散乱度が変わる。散乱されなかった反射光は再びレンズ31B、32B、33Bによってその焦点位置近傍に集光される。

【0059】ここで、BGRの三色に分光された光は第1および第2の平板型ダイクロイックミラー21、22によって色合成されるとともに、集光レンズ31B、32B、33Bによって光源光学系の開口絞り形状に対応した共役像が集光レンズの焦点位置近傍に結像される。この集光された反射光は、集光レンズ31B、32B、33Bの焦点位置近傍に設置された拡散光を減ずる装置である絞り41を通過し、投射光学系のレンズ42により図示されていないスクリーンに投射される。

【0060】図1と図2では、投射光学系4が光源系1の上側にある場合を記載したが、上下関係が逆でもよい。投射型表示装置においてあおり投射機構を備えるためには、スクリーン投射像の観測者の目の高さが表示装置より上の場合は図1と図2の上下関係が好ましいが、観測者の目の高さが表示装置より下の場合は光源系1が投射光学系4の上側にある位置関係が好ましい。

【0061】一方、反射型液晶光学素子によって散乱された光は、集光レンズによってその焦点位置近傍には集光されず、拡散光を減ずる装置である絞りによって遮断されるため、投射レンズを通過してスクリーン上に投影されない。

【0062】本発明における光源系1は、集光鏡12としては楕円鏡(楕円体鏡)が最も好ましいが、放物面鏡、球面鏡やレンズ等を適当に組み合わせたものでもよい。また、単純な回転楕円体形状ではなく、反射型液晶光学素子面内の光量均一化を考慮し、回転軸方向の位置毎に楕円形状が異なる回転体面を重ね合わせたマルチミラー構造としてもよい。また、楕円鏡と球面鏡を組み合わせ集光率を向上させる構成としてもよい。

【0063】ランプ11としては、ハロゲンランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ等があるが、発光効率および寿命の点でメタルハライドランプが好ましい。また、集光鏡の焦点位置近傍には開口部を有する透過型の絞りでもよいし、開口部に対応した反射面を有する反射鏡を用いた絞りでもよい。一般にランプの発光部分は不均一な発光分布を持ち、またランプ管壁の陰の影響等により、出射光の配光分布は不均一となりやすい。

【0064】特に、楕円鏡を集光鏡として用いた場合、

光軸に対して  $10^\circ$  以下の角度領域の出射光が少ないため、反射型液晶光学素子面内の中心部に光量の少ない陰が生じやすい。このような光量不均一の問題を改善し、集光効率を向上するため、集光鏡の焦点位置近傍に、開口絞りと凹型もしくは凸型の錐体状プリズム、または開口部に対応した反射面を有する反射鏡を用いた絞りの代わりに凹型もしくは凸型の錐体状反射体を設置することが有効である。図 1～図 2 では、錐体状プリズム 14 を用いた場合の光源系が記載されている。

【0065】図 3 に錐体状プリズム 14 を用いた場合の光源系の構成例を、図 4 に錐体状反射体 15a (凸型) を用いた光源系の構成例を示す。錐体状プリズム 14 を用いる場合は、光出射面の頂角  $\theta_{a1}$  が  $90^\circ \sim 175^\circ$  である凸面錐体状プリズム、または頂角  $\theta_{a2}$  が  $185^\circ \sim 270^\circ$  である凹面錐体状プリズムが好ましい。錐体状プリズムの頂角を光軸上に置き、図 3 のように、光軸対象の配置とする。 $\theta_{a1}$  と  $\theta_{a2}$  とは補角の関係にあり、凹凸面との関係で光学的に同様な作用を果たし得る。なお、凹面錐体状プリズムについては図示を省略している。

【0066】また、錐体状反射体 15a' を用いる場合は、反射面の頂角  $\theta_{b1}$  が  $150^\circ \sim 177^\circ$  である凸面錐体状、または頂角  $\theta_{b2}$  が  $183^\circ \sim 210^\circ$  である凹面錐体状反射体が好ましい。錐体状反射体の頂角を光軸近傍に置き、図 4 のように、その対称軸が入射光の光軸と  $45^\circ$  以下の傾斜角をつけて配置する。 $\theta_{b1}$  と  $\theta_{b2}$  とは補角の関係にあり、凹凸面との関係で光学的に同様な作用を果たし得る。

【0067】透過型光学素子である錐体状プリズムの場合、表面には反射防止膜や熱線カットフィルタが形成されていることが好ましい。また、錐体状反射体の場合、反射面としてアルミニウム等の金属ミラーまたは誘電体多層膜ミラーが形成されている。誘電体多層膜ミラーが用いられる場合、熱線を透過するコールドミラーであることが好ましい。

【0068】上述した錐体状プリズムまたは錐体状反射体の他に、拡散板やレンズアレイを光源光学系の開口絞り付近に配置して、配光分布を均一化してもよい。さらに、この光源光学系には冷却系を付加したり、赤外線カットフィルタや紫外線カットフィルタ等を組み合わせてもよい。

【0069】また、上述した錐体状プリズムまたは錐体状反射体は、集光鏡として楕円鏡のみを用いた場合に限定されず、集光率を向上させる構成である楕円鏡と球面鏡を組み合わせた構成の場合にも有効である。

【0070】その具体的な構成を、錐体状プリズムを用いた場合について図 25 に示す。図 3 と異なり、楕円鏡 12a の深さをランプの発光部が配置された第 1 焦点距離と同程度とし、楕円鏡 12a の第 1 焦点近傍を曲率中心とする球面鏡 12b を楕円鏡の第 2 焦点側に反射面が位置するように配置する。楕円鏡 12a の第 1 焦点近傍において

球面鏡 12b は楕円鏡 12a を覆い、楕円鏡 12a の第 1 焦点と第 2 焦点と間に光出射用の開口部を有するような球面鏡 12b の形状とする。

【0071】このような組み合わせにより、楕円鏡のみを集光鏡とした場合に比べ、光源系から反射型液晶光学素子ブロックへと出射される光束密度がよりいっそう向上するため、光利用効率が増加する。

【0072】次に、色分離合成光学系について説明する。誘電体多層膜による光干渉作用を利用したダイクロイックミラーにおいて、その反射率および透過率の分光特性は、光入射角が  $0^\circ$  (垂直入射) から増加し斜入射になるほど、S 偏光と P 偏光の分光特性の相違が増大する。特に、入射角  $45^\circ$  でダイクロイックミラーまたはダイクロイックプリズムが配置された図 18 と図 19、および図 20 と図 21 に示す従来の投射型液晶光学装置の場合、その相違が顕著であった。

【0073】偏光板を用いて片方の直線偏光しか利用しない TN 液晶光学素子の場合には問題とならないが、両方の偏光を投射光として利用する本発明の透過散乱型の液晶光学素子を備える投射型光学装置においては、このようなダイクロイックミラーの分光特性の偏光依存性は、ダイクロイックミラーの色分離合成における分光作用の劣化、すなわち BGR の色純度の低下につながり問題となっていた。

【0074】本発明の色分離合成系の第 1 の平板型ダイクロイックミラーと第 2 の平板型ダイクロイックミラーは、光学系における光軸とダイクロイックミラー面の垂線とのそれぞれなす角度  $\alpha_1$  と  $\alpha_2$  が  $20^\circ$  から  $35^\circ$  となるように各々ダイクロイックミラーを交差させることなく順次配置されている。したがって、従来の  $45^\circ$  入射のダイクロイックミラーに比べて、S 偏光と P 偏光の分光特性の相違が低減され、鋭い色分離作用が得られ、その結果 BGR の各色光の色純度が向上する。

【0075】特に、本発明のような構成では、ダイクロイックミラーへの入射光が発散もしくは収束光であり、ダイクロイックミラーの面内位置によって入射角が異なる。したがって、光学系における光軸とダイクロイックミラー面の垂線とのなす角度に対して、ダイクロイックミラー面の周辺ではさらに大きな角度となり、分光特性の偏光依存性が顕著となる。

【0076】したがって、ダイクロイックミラーへの入射光が発散もしくは収束光である場合、入射角  $\alpha$  が  $45^\circ$  の従来構成では投射光のスクリーン上における色分布が顕著となり、表示画像の色再現性の要求仕様が厳しい投射型表示装置等には適さないが、本発明の構成であれば改善される。

【0077】さらに、図 1 と図 2 に示すような本発明の配置とすることにより、光学系における光軸とダイクロイックミラー面の垂線とのなす角度  $\alpha$  が  $45^\circ$  の場合に比べ各光線のダイクロイックミラーへの入射角の平均値



が小さな値となり、ダイクロイックミラーの有効面積が小さくできるとともに、ダイクロイックミラー内を通過する光路長が短縮され、さらにダイクロイックミラーの厚みに対応した光軸ずれが低減されるといった長所がある。

【0078】また、各々ダイクロイックミラー21、22を交差させることなく順次配置されているため、交差型ダイクロイックミラーにおいて問題となった交差部分の陰がスクリーン上に投射されるといった問題が生じない。

【0079】また、第1のダイクロイックミラー21のミラー面と第2のダイクロイックミラー22のミラー面とのなす角度 $\beta$ が $40^\circ \sim 70^\circ$ の範囲となるように配置することによって、平行( $\beta = 0^\circ$ )に配置した場合に比べ光路長を短くできるため、投射型光学装置全体の容積が小型化できるとともに、光路の途中で散逸してしまう光が減るため、光利用効率の向上につながる。

【0080】また、反射型液晶素子の反射面における入射光の光軸と反射光の光軸によって定まる平面と、第1および第2のダイクロイックミラーの法線によって定まる平面(二つのダイクロイックミラー面それぞれの法平面に、ともに平行になる平面)とが、ほぼ直交するように配置されている。

【0081】これは、二つの平面が平行になるように配置した場合に比べ、このような配置にすることにより各光線のダイクロイックミラーへの入射角の平均値が小さな値となり、ダイクロイックミラーの有効面積を小さくできるとともに、斜め入射に伴うダイクロイックミラーの色分離合成の分光特性の劣化が小さいといった長所があるためである。

【0082】本発明の投射型光学装置においては、図1と図2に示すように、ダイクロイックミラー面内位置で入射角が異なり、入射角の相違に伴うダイクロイックミラーの分光特性の相違が生じる。このため、通常の面内で均一な分光特性のダイクロイックミラーを用いた場合、スクリーン投射光の面内色分布が不均一となってしまう。

【0083】このような問題点を改善するため、第1および第2の平板型ダイクロイックミラー21、22は、その面内位置の光入射角の相違に対応した分光透過率の相違を低減するように、ダイクロイックミラー面内の分光透過率が面内位置で異なるような分布を有するように誘電体多層膜の膜厚が調整されている。

【0084】本発明の投射型液晶光学装置の場合、ダイクロイックミラー21、22への光入射角の相違は、二つのダイクロイックミラーの法線によって定まる平面とダイクロイックミラー面との交線によって定まる方向に顕著であるため、この方向に分布をつければよい。

【0085】このような誘電体多層膜の膜厚分布形成技術は、真空蒸着法の膜厚補正板の形状を変えること等により通常行われている手法であり、このことに伴う生産

性の悪化はあまり見られない。

【0086】本発明の投射型カラー液晶光学装置を示す図1と図2では、赤色波長光Rが第1の平板型ダイクロイックミラー21で反射され、次に青色波長光Bが第2の平板型ダイクロイックミラー22で反射され、緑色波長光Gが透過する構成としている。ダイクロイックミラーの分光特性は、R反射あるいはB反射のようなエッジ型フィルタの方がG反射のようなノッチ型フィルタに比べ設計自由度が高く、色純度が向上しやすいため、このような構成仕様とした。

【0087】反射型表示素子を用いた投射型表示装置においては、二種の分光特性を有するダイクロイックミラー面が通常用いられ、同一種類のダイクロイックミラー面が色分離用と色合成用として作用する。透過型表示素子を用いた投射型表示装置においては通常色分離系に二種、色合成系に二種の合計四種が必要となるが、本発明の場合、二種二枚のダイクロイックミラーで色分離合成が可能となる。

【0088】交差型ダイクロイックミラーやダイクロイックプリズムの場合、本発明の色分離合成系の構成に比べて部品点数が増加するとともに各部品を精度良く接合する必要がある。また、プリズムの作製には光学ガラスを精密加工・研磨する必要があり生産性の面で劣る。これに反して、本発明のダイクロイックミラーは従来の平板型ダイクロイックミラーと同じ部材を用いているため、良好な品質と数量が容易に入手し得る。

【0089】また、同一のダイクロイックミラー面を色分離時と色合成時に二回用いる場合、最終的な分光透過(反射)特性は一回の場合をほぼ二乗したものに相当する。したがって、一回透過の場合に比べて色純度を向上させることができる。しかし、一回透過の場合の色分離波長における分光特性のシャープネスが低い場合、透過波長域と反射波長域の中間波長域の光が削除され投射光として利用されないこととなる。したがって、従来の $45^\circ$ 入射ダイクロイックミラーのような色分離波長における分光特性のシャープネスが低い場合、色純度の低下とともに投射光量も低下してしまう。

【0090】本発明の投射型表示装置の場合、図1において、平板型ダイクロイックミラー21および22への入射光の入射角が $20^\circ \sim 35^\circ$ と $45^\circ$ に比べ小さな値であるため、ランダム偏光光に対しても色分離および色合成に対する高いシャープネスが維持される。その結果、透過波長域と反射波長域の中間波長域の光の損失も低く抑えられ、高い色純度が得られるとともに投射光量の増大が達成される。そして、本発明の投射型表示装置を用いれば、二種二枚のダイクロイックミラーのみで構成される色分離合成系でCRTと同程度以上の投射光色純度が可能となる。

【0091】本発明において拡散光を減ずる装置は、投射光学系と組み合わせて、投射光学系の投射レンズの前



後または投射レンズを構成する複数のレンズの間に配置すればよい。この拡散光を減ずる装置は、図 1～図 2 に示すように、前述の光源系の開口絞り 13 の形状の共役像に対応した第 2 の開口絞り 41 でもよいし、対応した有効面を有する反射板であってもよい。

【0092】また、この第 2 の開口絞りは投射レンズと別個に設置されていてもよいし、カメラレンズの様に一体化してもよい。光路長の短縮および小型化の点で、光源光学系の開口絞りの形状に対応した共役像が投射レンズの瞳位置に結像され、その位置に第 2 の開口絞りを設置し、投射光学系と拡散光除去系を一体化した構成が好ましい。また、特別なアパーチャー等を用いなくとも、投射用レンズの口径を拡散光が除去されるように選択してもよい。

【0093】投射光学系は、レンズ等からなる従来からの投射光学系が使用されるが、投射光学系に拡散光を減ずる装置を組み合わせて用いる。この拡散光を減ずる装置は、液晶光学素子を通過した光のうち、入射光に対して直進して反射してきた光（画素部分が透過状態の部分透過して裏側の反射膜で反射してくる光）を取り出し、直進しないで反射してきた光（液晶固化物複合体が散乱状態の部分で散乱される光）を減ずるものであればよい。

【0094】特に、直進して反射してくる光は減ずることなく、直進しないで反射してきた光である拡散光を減ずることが好ましい。投射光の視認性を向上させるため、周囲の明るさに応じて投射光量およびコントラスト比が調整可能となるよう、光源光学系の開口絞り 13 と散乱光除去系である投射レンズ付近に配置された第 2 の開口絞り 41 を開口部面積が可変となるように各々が連動して可変できる機構が好ましい。

【0095】従来例である図 18～図 21 および図 31 に示された投射型表示装置において、投射レンズと集光レンズで反射型液晶表示素子の画像をスクリーン上に結像していて、液晶表示素子および色分離合成系と集光レンズおよび投射レンズとが分離した構成となっている。

【0096】一方、図 1 に示された本発明の光学系では、従来例における単一集光レンズ 130、230 に代わって、液晶表示素子毎に三個の集光レンズ 31B、32B、33B に分割されて用いられている。その結果、集光レンズと投射レンズの間に色分離合成系が配置され、集光レンズと液晶表示素子の間に色分離合成系が配置されている従来例に比べて著しい小型化が可能となる。さらに、光源系から集光レンズに入射した光の内液晶表示素子へ到達するまでに散逸してしまう光がほとんどなく、光路途中での迷光の発生も少ないため、明るく高コントラストな投射像が得られる。

【0097】次に、本発明での反射型液晶光学素子の種々の構成例を図 5～12 に示す。反射型液晶光学素子の反射機能層 337、339 は、アルミニウムや銀やクロム等の

金属反射膜でもよいし、屈折率が相対的に高い透光性誘電体薄膜と屈折率が相対的に低い透光性誘電体薄膜とを交互に積層してなる誘電体多層膜反射面でもよい。

【0098】低屈折率透光性誘電体薄膜としては、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  等があり、高屈折率透光性誘電体薄膜としては  $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{ZnS}$ 、 $\text{ZnSe}$ 、 $\text{ZnTe}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Y}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  等が用いられ、金属反射膜に比べ、誘電体多層膜ミラーはその材料、層数または膜厚を変えることにより分光反射特性を調整できる自由度があり、層数を増やすことによりほぼ 100% に近い高反射率を達成できるといった特徴がある。

【0099】図 5 のように、裏電極基板 333 と液晶固化物複合体 332 との間に反射機能層 339 が設けられていてもよい。この場合、金属膜を用いれば裏電極と反射機能層を兼用できるが、誘電体多層膜ミラーの場合は透明電極膜を多層膜の構成要素とする必要がある。また、図 6 のように、反射機能層 337 が透過型液晶光学素子の裏電極基板 333 の透明な裏電極 336 が形成されていない側に形成されていてもよいし、図 7 のように、反射機能層 337 が形成された基板 338 を裏電極基板 333 の背後に設置してもよい。

【0100】反射型液晶光学素子が裏電極基板 333 の板厚に比べて十分に小さな画素から構成されている表示素子の場合、二重像の生成に伴う投射像の解像度劣化をなくすため、裏電極基板 333 と液晶固化物複合体 332 との間に反射機能層を形成する図 5 の構成が好ましい。

【0101】この図 5 の構成では、裏電極基板 333 は透光性材料である必要性はないため、ガラスやプラスチック以外に、基板上に半導体回路の集積化が可能な  $\text{Si}$ 、 $\text{Ge}$  や、発光素子の形成が可能な  $\text{GaAs}$  等の半導体基板、あるいはセラミクスのような焼結体が用いられてもよい。

【0102】また、図 5 の構成では、反射機能層 339 は裏電極の機能も有することが必要である。反射機能層がアルミニウムや銀やクロム等の金属電極反射膜の場合、裏電極も兼ねて反射面となるが、表面が軟かいためギャップ制御用のスペーサ等によってキズが生じやすく反射率低下の原因となりやすい。

【0103】一方、誘電体多層膜と  $\text{In}_2\text{O}_3-\text{SnO}_2$  (ITO)、 $\text{SnO}_2$  等の透明電極との組み合わせによる反射膜が裏電極基板と液晶固化物複合体との間に形成された場合、平坦性および耐久性が金属膜に比べ優れているとともに、ダイクロイックミラーと同様に波長選択反射性を有するため各色光の色純度を向上できるといった作用がある。

【0104】特に、演色性の高い白色ランプを用い、前述の第 1 の平板型ダイクロイックミラーおよび第 2 のダイクロイックミラーの二つを用いて RGB 三色に色分離合成する場合、570nm～590nm 波長帯域の光が

緑または赤の波長帯に混入すると著しく色純度を劣化させることが知られている。

【0105】このような不要な波長帯域光は二つのダイクロックミラーでは原理的に分離できないが、この波長域の光を透過する分光特性を有する誘電体多層膜が形成された反射型液晶光学素子を用いることにより緑または赤の色純度の劣化は改善できるため有効である。他の対策として、光吸収型フィルタを用いてもよい。例えば、R色光中に混入した570nm～590nm波長域の光を排除するために、590nm以下の波長光を吸収する色ガラスフィルタをR色光用の液晶光学素子とダイクロックミラーとの間に配置すればよい。

【0106】図5の反射型液晶光学素子の構成において、この反射機能層339が画素電極としてパターンニングされて用いられる場合、必要に応じて、TF T、薄膜ダイオード、MIM等の能動素子を設けて接続する。なお、好ましくない反射を低減させるためには、このような能動素子は裏電極基板333に設けて、裏電極基板の液晶固化物複合体と接する表面はできるだけ平坦にして拡散反射を低減させることが好ましい。

【0107】裏電極の反射機能層として誘電体多層膜を用いる場合、裏電極基板上の裏電極と誘電体多層膜による反射膜との位置関係は二種類ある。すなわち、一つは裏電極が形成された裏電極基板上に誘電体多層膜による反射膜を形成する場合である。もう一つは誘電体多層膜による反射膜が形成された裏電極基板上に裏電極を形成する場合である。

【0108】前者は、あらゆる裏電極基板と裏電極に対して適用され得るが、後者は、裏面基板にSi単結晶を用い基板内に各画素毎に能動素子を形成するような場合は、能動素子の回路節点（例えば、三端子構造の電極のいずれか等）と導通させることが必要となる。具体的には、画素駆動用電極と誘電体多層膜上の画素電極とを導通させることが好ましい。しかし、TF T等の能動素子は通常ガラス基板上に形成されるため、ガラス等の基板上に形成された誘電体多層膜上にTF Tを形成することは問題ない。また、後者の場合、裏電極は透明電極とされる。

【0109】なお、液晶固化物複合体に直接印加電圧が作用するため低電圧駆動という点で、裏電極は誘電体多層膜による反射膜上に形成することが好ましい。この場合、（画素電極として用いられ）裏電極のそれぞれに能動素子が形成される場合、前記誘電体多層膜による反射膜の能動素子と接する最上層の膜は、その界面で反応しない材料とされることが好ましい。このために、具体的には、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{Ta}_2\text{O}_5$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 等の酸化物誘電体であることが好ましい。

【0110】一方、裏電極および能動素子が形成された裏電極基板上に、前記誘電体多層膜による反射膜を形成する場合、誘電体多層膜による反射膜に印加電圧の一部

が消費される。その結果、実効的駆動電圧は上昇するが、誘電体多層膜が電極および能動素子等の保護膜として作用する長所がある。

【0111】なお、誘電体多層膜での電圧損失を低減し、画素開口率を向上するためには、誘電体多層膜中にコンタクトホールを形成した後に、誘電体多層膜上に画素電極を形成することにより、能動素子の画素駆動用電極と誘電体多層膜上の画素電極とを導通させることが有効である。

【0112】また、裏電極のそれぞれに能動素子が形成される場合、反射型の液晶光学素子に入射した光が直接能動素子に到達しないよう、遮光膜としての機能も果たす。その結果、光導電効果の大きなアモルファスSi等の能動素子を用いた場合でも、別途遮光層を設けなくとも光誘起電流の発生を低減することができる。

【0113】さらに遮光度を高めるため、裏電極基板側に各能動素子位置の誘電体多層膜の上に遮光膜を形成してもよい。付加容量の発生を抑えるため、遮光膜としては導電性の少ない非金属であることが好ましく、感光性黒色ポリマーやSi、Ge、CdTe等が用いられる。この場合、誘電体多層膜が能動素子の保護膜となるため、ウェットエッチングによるパターンニングにおけるアルカリ現像液の使用に対しても能動素子の信頼性が高い。一方、裏電極基板側の各能動素子位置のみに絶縁膜を介してCr等の金属遮光膜を形成し、その上に誘電体多層膜の反射面を形成してもよい。

【0114】図5および図6の反射型液晶光学素子の構成では、裏電極基板333側から直接液晶固化物複合体層を加熱または冷却できるため温度調整が容易であり、液晶固化物複合体にとって最適な動作温度を維持することが可能となる。具体的には、ヒータやペルチェ素子、放熱板や冷却ファン、温度計などを組み合わせて裏電極基板を強制的に温度調節すればよい。

【0115】図5の反射型液晶光学素子の構成において、透光性基板に透明電極を均一に形成した裏電極基板333に、光導電膜を形成し、さらにその上に誘電体多層膜ミラーを成膜し、光書き込み型の空間光変調器としてもよい。この場合、裏電極および光導電層はパターンニングされないで用いられる。

【0116】光導電層材料としては、アモルファスSi、多結晶Si、単結晶Si、BSO ( $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ )、GaAs、CdS、Se等を用いればよい。また、反射型液晶表示素子の入射光強度が高く、誘電体多層膜ミラーを透過した一部の光が光導電層を励起する場合、誘電体多層膜ミラーと光導電層との間に非導電性の光吸収層を形成することが好ましい。

【0117】こうした光書き込み型の空間光変調器を反射型液晶表示素子として用いる場合、光書き込み手段として、光導電層側から光を導入することが必要である。通常は、画像入力としてCRTや透過型液晶表示素子

(LCD) 等が用いられる。

【0118】CRTやLCDによって生成された画像はレンズを用いて光導電層面に結像されてもよい。また、小型化のためには画像生成素子のフェイス・プレートおよび空間光変調器の裏面電極基板としてファイバー・アレイ・プレート (FAP) を用い、各々を屈折率マッチング・オイルや接着材で結合してもよい。この場合、さらに構成を簡略化した形態として、CRTやLCDのフェイス・プレートと空間光変調器の裏面電極基板を共通のFAPとすることがFAPを二枚接合することに伴う解像度劣化を防ぐために好ましい。

【0119】また、図5の反射型液晶光学素子の構成において、裏面電極基板としてCTPを用いてもよい。CTPを用いた空間光変調器の例は、例えば、「アプライド・オプティクス Vol. 31, No. 20, 1992, page 3971-3979: Charge-transfer plate spatial light modulator」(チャージ・トランスファー・プレート スペシャル・ライト・モジュレーター) に記載されている。

【0120】CTPは絶縁材料基板中に多数の細い導線が密に埋め込まれた構造をしていて、CTPの片面に形成された二次元の電荷分布あるいは電圧分布がCTPの他方の面に伝達する機能を有する。CTPの片側に誘電体多層膜ミラーを形成し、反射型液晶表示素子の裏電極基板333として用いることができる。

【0121】電圧印加方法として、誘電体多層膜ミラーが形成されていない側の面に例えば前述のアモルファスSi膜等の光導電材料を形成しその上に透明電極を成膜して、表電極基板331の電極との間に一定の交流電圧を印加することによって、光画像書き込み型の反射型空間光変調器が実現する。

【0122】別の電圧印加方法として、CTPの片側にバンプ・ボンドを介してアクティブマトリクス基板を接合してもよいし、CTPの片側にCRTに用いられる電子銃と電子レンズを組み合わせて電荷をCTP面に走査することによって、画像情報電圧をCTPを通してそのまま液晶固化物複合体層に印加してもよい。

【0123】CTPを介して液晶固化物複合体層に電圧を印加する場合、CTP中の導線部分にしか電圧が印加されないため、導線の占める面積が小さな場合実効的な画素有効面積が減少し、その結果光利用効率が低下する。このような問題点を回避するためには、CTPの片面に画素電極を形成しその上に誘電体多層膜ミラーを作製することが好ましい。このような構成とすることにより、CTPの反対側から印加された電圧がCTPの導線部を介して画素電極に印加されるため、画素電極の占有面積を大きく確保しておけば、光利用効率は低下しない。

【0124】反射型液晶光学素子の表電極基板331は、ガラス、プラスチック等の透明基板であり、その内面に

$\text{In}_2\text{O}_3 - \text{SnO}_2$  (ITO)、 $\text{SnO}_2$ 等の透明電極335が形成されており、通常はベタ電極にされている。また、表電極基板331が空気と接する表面を有する場合、界面に反射防止膜334を形成して正規反射成分を低減することが好ましい。

【0125】反射型液晶光学素子において、表電極基板331の透明電極界面と反射機能層とが平行である場合、透明電極界面で生じる入射光の正規反射が反射機能層による反射光に重畳してしまうため、投射光の黒レベルが小さな値とならず、結果的に低コントラスト比しか得られない。

【0126】このような表電極界面の正規反射に起因したコントラスト比劣化を改善する対策の一つとして、表電極界面と反射機能層とを非平行化することが有効である。具体的には、図8に示すように、表透明電極膜435の界面に凹凸を形成することによって乱反射させ、散乱光除去系の第2の開口絞りで遮断しスクリーン上に到達しないようにする。また、液晶固化物複合体特有の印加電圧対透過特性 (V-Tカーブ) のヒステリシス現象を緩和する働きもある。

【0127】このような目的で形成される微細な凹凸の形状としては、平坦面が多い矩形状ではなく平坦面が少なく傾斜面から構成される鋸波状が好ましい。微細な凹凸の形状の作製法としては、微細粒子を用いた研磨やその吹き付けであるサンドブラストあるいは化学薬品による腐食法 (エッチング) やシリカ粒子の融着等があげられる。

【0128】光拡散性の高い微細な凹凸面を基板全面に均一に作るためには研磨法が適しているが、液晶光学素子の表電極基板の動作面のみに微細な凹凸を形成し他の面は透明平坦面としておく場合にはサンドブラスト法が適している。特に、液晶光学素子が画素電極から構成された表示素子で、表電極基板にブラック・マトリクス等の遮光膜のパターニング形成を必要とし、裏電極基板側の画素と位置合わせを必要とする場合は、表示面以外は透明平坦面とし位置合わせが容易にできることが好ましい。また、シール部分も平坦面とすることが泡の混入等を防ぐために好ましい。

【0129】あるいは、図9に示すように、表透明電極膜435と屈折率の異なる $\text{SiO}_2$ 、 $\text{TiO}_2$ 、 $\text{ZrO}_2$ 、 $\text{MgF}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CeF}_3$ 等の無機物やポリイミド等の有機物の単層、多層の干渉誘電体膜434を組み合わせた多層反射防止膜としてもよい。

【0130】他の対策として、図10に示すように、反射機能層437が形成された反射手段である基板438を透過型液晶光学素子の後方に別途設置し、透過型液晶光学素子を反射機能層437に対して傾斜させ、透過型液晶光学素子の界面反射光が散乱光除去系の開口絞りで遮断されスクリーン上に到達しないようにする。

【0131】特に、反射型液晶光学素子が裏電極基板の

板厚に比べて小さな画素から構成されている表示素子の場合、解像度の劣化を招かないように裏電極基板と液晶固化物複合体との間に反射機能層を形成するため、表面電極基板のITO電極界面に微細な凹凸を形成するか、またはITOを構成要素とする多層反射防止膜とすることによって界面正規反射を低減することが好ましい。

【0132】図1と図2の投射型液晶光学装置において、光源系1から放出された発散光は色分離合成光学系2（二つの平板型のダイクロイックミラー）と各反射型液晶光学素子31A、32A、33Aとの間に配置された集光レンズ31B、32B、33Bによりほぼ平行光化され、反射型液晶光学素子31A、32A、33Aに入射され、反射光が再び同一の集光レンズ31B、32B、33Bにより集光され、楕円鏡の第2焦点近傍の開口13と共役な像を楕円鏡の第2焦点近傍の開口位置に重ならないように生成される。

【0133】この三個の集光レンズ31B、32B、33Bは通常平凸球面レンズが用いられ、収差が低減される構成としては凸面が反射型液晶光学素子に面した方が好ましい。ただし、この場合、レンズの両面および反射型液晶光学素子の光入射側の空気との界面における表面反射が生じるため、これらの面に反射防止膜を形成することが好ましい。

【0134】また、この三個の平凸レンズ31B、32B、33Bの平面を反射型液晶光学素子に面する配置とした場合、レンズと反射型液晶光学素子を光学接着剤や屈折率マッチングオイル等で接合することにより、二つの界面の反射を大幅に低減できる。この場合、反射型液晶光学素子31A、32A、33Aの空気との界面に反射防止膜を形成する必要はなく、レンズの凸面のみに反射防止膜を形成するのみでよい。図1と図2にはこのような構成の場合が示されている。

【0135】本発明の投射型液晶光学装置において、反射型液晶光学素子に関する他の構成を図11と図12に示す。すなわち、液晶固化物複合体を挟持する表電極基板531と裏電極基板533の電極を透明電極とし、裏電極基板533の透明電極が形成されていない側に反射型集光機能層537を設けることにより、集光と反射の両作用を一体化した反射型液晶光学素子である。この場合、図1と図2における集光レンズ31B、32B、33Bは必要ない。この反射型集光機能層を総括して集光性反射手段と呼ぶ。

【0136】反射型集光機能層は、球面または楕円体面のような非平面に反射機能層を形成することにより提供される。球面鏡の場合は、光源光学系の開口絞りを球面体の中心から若干離れた近傍に設置すれば、入射光は球面鏡で反射された後球面体の中心から若干離れた近傍に光源光学系の開口絞りの共役像として集光される。また、楕円面鏡の場合は、光源光学系の開口絞りを楕円面体の第1焦点近傍に設置すれば、入射光は楕円面鏡で反射された後楕円面体の第2焦点近傍に光源光学系の開口絞りの共役像として集光される。

【0137】ここで、液晶固化物複合体を挟持する表電極基板と裏電極基板とからなる透過型液晶光学素子に対して、上述の集光鏡が、図11のように裏電極基板533と一体化されていてもよいし、図12のように分離されていてもよい。一体化する場合は、平凸レンズの凸面に反射機能層を形成し、平面に透明電極536を形成して裏電極基板533としてもよいし、平凸レンズの凸面に反射鏡が形成された平凸反射鏡を透過型液晶光学素子に接合してもよい。

10 【0138】図12のように、分離型に比べ一体型の方が界面反射が低減されるため、光利用効率およびコントラスト比において有利である。また、反射層以外の空気との界面には反射防止膜を形成することが好ましい。図11と図12に示した反射型液晶光学素子の透明電極が画素から構成されている表示素子の場合、光変調層である液晶固化物複合体層532と集光性反射機能層537とが画素長以上離れていると投射像に二重像が生じ好ましくない。

20 【0139】したがって、このような場合は、反射面をフレネルレンズ形状等にすることによって液晶固化物複合体層532と反射機能層537との間隔を短縮する必要がある。図11と図12に示した反射型液晶光学素子を用いた投射型液晶光学装置において、他の構成要素は図1と図2と同じである。

【0140】本発明の投射型カラー液晶光学装置の動作を、電圧非印加の状態では散乱状態の液晶固化物複合体を挟持した液晶光学素子を用いた場合で説明する。反射型の液晶光学素子の透過状態の部分では、光が透過し、反射膜で反射し、戻って（正規反射）出射してくる。この直進光は拡散光を減ずる装置を通過する光となるので、投射スクリーン上で明るく表示される。

【0141】一方、散乱状態の部分では、光が散乱されて、拡散光として出射してくる。この光はほとんどが拡散光を減ずる装置を通過できないので、投射スクリーン上で暗く見えることになる。本発明の反射型の液晶光学素子の散乱状態の部分では、裏側まで到達した散乱光は反射されて再度散乱部分を通過するため、さらに散乱され、結果として薄い液晶固化物複合体層で高い散乱能が得られる。また、透過型の液晶光学素子に対して同じ散乱能とした場合、液晶固化物複合体層が薄くできるので駆動電圧が低減できる。

【0142】本発明では、液晶固化物複合体として細かな孔の多数形成された固化物マトリクスとその孔の部分に充填された液晶とからなり、電圧の印加時または非印加時のいずれかの状態においてその固化物マトリクスの屈折率が使用する液晶の屈折率とほぼ一致するようにされる。この場合、使用する液晶の屈折率異方性 $\Delta n$ が0.18以上である液晶固化物複合体を用いることが好ましい。特に、正の誘電異方性のネマチック液晶を用い、その固化物マトリクスの屈折率が使用する液晶の常

光屈折率 ( $n_o$ ) とほぼ一致するようにされることが好ましい。

【0143】この液晶固化物複合体を表電極基板と裏電極基板との間に挟持し、裏電極基板と液晶固化物複合体との間または裏電極基板の電極面が形成されていない側に反射機能層が設けられた反射型の液晶光学素子とする。この反射型の液晶光学素子の電極間への電圧の印加状態により、その液晶の屈折率が変化し、固化物マトリクスの屈折率と液晶の屈折率との関係が変化し、両者の屈折率が一致した時には透過状態（正規反射して光が射出）となり、屈折率が異なった時には散乱状態（拡散光が射出）となる。

【0144】この細かな孔の多数形成された固化物マトリクスとその孔の部分に充填された液晶とからなる液晶固化物複合体は、マイクロカプセルのような液泡内に液晶が封じ込められたような構造であるが、個々のマイクロカプセルが完全に独立していてもよく、多孔質体のように個々の液晶の液泡が細隙を介して連通していてもよい。

【0145】本発明に用いる反射型の液晶光学素子に備えられた液晶固化物複合体は、液晶と、固化物マトリクスを構成する硬化性化合物とを混ぜ合わせて溶液状またはラテックス状にしておいて、これを光硬化、熱硬化、溶媒除去による硬化、反応硬化等させて固化物マトリクスを分離し、固化物マトリクス中に液晶が分散した状態をとるようにすればよい。

【0146】この硬化性化合物を、光硬化または熱硬化タイプにすることにより、密閉系内で硬化できるため好ましい。特に、光硬化タイプの硬化性化合物を用いることにより、熱による影響を受けなく、短時間で硬化させることができ好ましい。具体的な製法としては、従来の通常の TN 型液晶光学素子と同様にシール材を用いてセルを形成し、注入口から液晶と硬化性化合物との未硬化の混合物を注入し、注入口を封止した後、光照射をするか加熱して硬化させることもできる。

【0147】また、本発明において反射型の液晶光学素子の場合には、シール材を用いなく、例えば、表電極基板と裏電極基板のいずれか一方の電極基板上に液晶と硬化性化合物との未硬化の混合物を供給し、その後、他方の電極基板を重ねて、光照射等により硬化させることもできる。

【0148】もちろん、その後、周辺にシール材を塗布して周辺をシールしてもよい。この製法によれば、単に液晶と硬化性化合物との未硬化の混合物をロールコート、スピンコート、印刷、ディスペンサーによる塗布等の供給をすればよい。ため、注入工程が簡便であり、生産性がきわめてよい。

【0149】これらの液晶と硬化性化合物との未硬化の混合物には、基板間隙制御用のセラミクス粒子、プラスチック粒子、ガラス繊維等のスペーサ、顔料、色素、粘

度調整剤、その他本発明の性能に悪影響を与えない添加剤を添加してもよい。電圧非印加時に散乱状態である素子に、この硬化工程の際に特定の部分のみに充分高い電圧を印加した状態で硬化させることにより、その部分を常に光透過状態にすることができるので、固定表示したいものがある場合には、そのような常透過部分を形成してもよい。逆に、電圧非印加時に透過状態である素子の場合には、同様にして常散乱部分を形成できる。

【0150】この液晶固化物複合体を使用した反射型の液晶表示素子の透過状態での透過率は高いほどよく、散乱状態でのヘイズ値は 80% 以上であることが好ましい。本発明では、電圧印加状態または非印加状態のいずれかで、固化物マトリクス（硬化後の）の屈折率が、使用する液晶の屈折率と一致し、逆の状態では固化物マトリクスの屈折率が、使用する液晶の屈折率と一致しないようにされる。これにより、固化物マトリクスの屈折率と液晶の屈折率とが一致したときに光が透過し、一致しないときに光が散乱（白濁）することになる。この素子の散乱性は、従来の DSM の反射型の液晶表示素子の場合よりも高く、高いコントラスト比の表示が得られる。

【0151】本発明では、特に、電圧印加状態で、固化物マトリクス（硬化後の）の屈折率が、使用する液晶の  $n_o$  と一致するようにされることが好ましい。これにより、電圧印加時に透過状態になるので、光透過時の透過率が高くなりかつ均一に透過するので、表示のコントラスト比が向上する。

【0152】固化物マトリクス中に分散保持される液晶は、独立した粒子、または一部が連通した粒子であることが好ましい。これは、高い散乱能と低電圧で駆動した際の高い透過性を両立するために有効である。散乱は液晶と固化物マトリクスの界面の存在により引き起こされる。

【0153】このため、この界面の面積が大きいほど散乱性は向上する。ある最適な液晶粒子径で、この界面の面積を増大させるためには、独立して樹脂等の固化物マトリクス材料と分離した液晶量を多くする。すなわち、液晶粒子密度を多くすることが重要である。

【0154】しかし、固化物マトリクスと分離した液晶量を増大していくと、いずれ夫々の液晶粒子が連通するようになり、さらには液晶が全て連通した構造をとるようになり、これは固化物マトリクスと分離した液晶界面の喪失につながるため、散乱能の低下につながる。

【0155】使用する液晶の屈折率異方性  $\Delta n (= n_e - n_o)$  は、散乱性に寄与し、高い散乱性を得るには、ある程度以上大きいことが好ましく、具体的には  $\Delta n \geq 0.18$  が好ましく、さらに、 $\Delta n \geq 0.20$  が好ましい。さらに、 $0.25 \leq \Delta n \leq 0.21$  の範囲が好ましい。かつ、 $1.3 \leq \Delta \epsilon \leq 5$  の範囲が好ましい。さらには、 $11.6 \leq \Delta \epsilon \leq 5$  の範囲が好ましい。また、使用する液晶の  $n_o$  は固化物マトリクスの屈折率 ( $n_p$ ) と

ほぼ一致することが好ましく、このとき電界印加時に高い透明性が得られる。具体的には  $n_o - 0.03 < n_p < n_o + 0.05$  の関係を満たすことが好ましい。

【0156】また、散乱性を向上させるには、液晶固化物複合体の動作可能な液晶の体積分率  $\Phi$  を増加させることが有効であり、 $\Phi > 20\%$  が好ましく、より高い散乱性を有するには  $\Phi > 35\%$  が好ましく、さらには  $\Phi > 45\%$  が好ましい。一方  $\Phi$  があまり大きくなると、液晶固化物複合体の構造安定性が悪くなるため、 $\Phi < 70\%$  が好ましい。

【0157】本発明における反射型の液晶光学素子の液晶固化物複合体では、電圧非印加時には、液晶分子は固化物マトリクス壁面に影響を受けて配列しているため、一定方向に配列していない。このため、この状態で両者の屈折率が異なる場合には、散乱状態（つまり白濁状態）を示す。

【0158】このような電圧非印加時に散乱状態を示す反射型の液晶光学素子が画素電極を有する表示素子であり、これを投射型表示装置として用いる場合には、電極のない部分は光が散乱され、裏電極の画素部分以外の部分に遮光膜を設けなくても、光が投射スクリーンに到達しないため、黒く見える。このことにより、画素以外の部分からの光の漏れを防止するために、画素以外の部分を遮光膜等で遮光する必要がないこととなり、遮光膜の形成工程が不要となるという利点もある。

【0159】画素の配線電極が形成されている場合、対向電極との間の液晶固化物複合体層に弱い電界が生成されそれに伴って入射光が液晶固化物複合体層を通過し、配線電極に反射されて黒表示にならない場合があり得る。その対策として、配線電極位置に対応した裏電極基板上または表電極基板上に遮光膜を形成すればよい。特に、表示面画素の精細度が向上し、画素電極部分の占有面積が減少した場合、画素電極部分以外の液晶固化物複合体層からの反射光で投射光に重畳する成分が増加するため、コントラスト比低下の原因となる。この場合の遮光膜はアルミニウムやクロム等の金属膜でもよいし、光吸収物質でも構わない。

【0160】表電極基板上のクロム遮光膜の場合、ガラスとクロムとの界面で高い反射率を有するため、正規反射光がスクリーンに投射されコントラスト比を著しく劣化させる。したがって、この界面反射を低減するために酸化クロム等の反射防止膜をクロム遮光膜とガラスとの間に形成することが好ましい。また、液晶固化物複合体層側の内面反射光を低減するために、液晶固化物複合体層側のクロム遮光膜上にも酸化クロムや透明電極と組み合わせた反射防止膜を形成することが好ましいが、一方、黒色感光性ポリマー等の光吸収物質を用いた遮光膜の場合、界面反射は無視できるため反射光の影響は無視できる。

【0161】また、表電極基板側に遮光膜を形成する場

合、遮光性を維持するとともにスクリーンに到達する界面反射投射光を効率的に低減する方策として、図8に示されたように、表電極基板の表電極面に微細な凹凸を形成しその上に遮光膜を作製することが好ましい。このような構成とすることにより、界面反射光が存在してもスクリーンに到達するような正規反射光は激減し、散乱光除去系で取り除かれるため、高いコントラスト比が維持できる。

【0162】一方、裏電極基板側に金属遮光膜を形成する場合、その電位を表面電極基板の電位と同程度にすることによって配線電極部分の電界を遮蔽することが好ましい。

【0163】この液晶表示素子の所望の画素の電極間に電圧を印加する。この電圧を印加された画素部分では、液晶が電界方向に平行に配列し、液晶の  $n_o$  と固化物マトリクスの  $n_p$  とが一致することにより透過状態を示し、当該所望の画素で光が透過することとなり、投射スクリーンに明るく表示される。

【0164】このような素子に、この硬化工程の際に特定の部分のみに十分に高い電圧を印加した状態で硬化させることにより、その部分を常に光透過状態とすることができるので、固定表示したいものがある場合には、そのような常透過部分を形成してもよい。

【0165】本発明で、反射型液晶光学素子の裏電極が画素電極としてパターンニングされ、各画素電極に能動素子として TFT を用いる場合には、半導体材料としては Si が好適であり得る。特に多結晶 Si は、非結晶 Si のように感光性が少ないため、光源からの光を遮光膜により厳密に遮光しなくても誤動作しなく、好ましい。この多結晶 Si は、本発明のように投射型液晶光学装置として用いる場合、強い投射用光源を利用でき、明るい表示が得られる。

【0166】また、従来の TN 液晶光学素子の場合には、画素間からの光の漏れを抑止するために、画素間に遮光膜を形成することが多い。この際あわせて能動素子部分にも同時に遮光膜を形成することができ、能動素子部分に遮光膜を形成することは全体の工程にあまり影響を与えない。すなわち、能動素子として多結晶 Si を用いて、能動素子部分に遮光膜を形成しないこととしても、画素間に遮光膜を形成する必要があるれば、工程を減らすことはできない。

【0167】これに対して、本発明では、前述の如く、固化物マトリクスの屈折率が使用する液晶の  $n_o$  とほぼ一致するようにされた液晶固化物複合体を使用することにより、電圧を印加しない部分では光が散乱して投射された投射スクリーン上では黒くなるため、画素間に遮光膜を形成しなくてもよい。

【0168】反射機能層として誘電体多層膜を用いる場合、材質と層数および膜厚などから光学的性能が決まる。ただし厚みが厚くなると、そこでの電圧降下が大き



くなるので液晶の駆動効率が悪化する。例えば  $\text{SiO}_2$  膜と  $\text{TiO}_2$  膜とからなる厚み  $1.5 \mu\text{m}$  の多層膜の反射率はおよそ 99% で、残り 1% が漏れ光となる。このとき、他の要因もあるが電圧降下は 0.5~0.6 V 程度である。同じ材料で層数を二倍にすることにより、理論的には反射率 99.99% の達成も可能である。

【0169】また、可視波長域で光吸収材料である高屈折率膜  $\text{Si}$  を用い、 $\text{Si}$  膜と  $\text{SiO}_2$  膜で多層膜を形成することにより、反射率は 99% には達しないが薄い膜厚で透過率 0.01% 以下となり、反射膜と遮光膜の作用を有することができる。あるいは、TFT の上に  $\text{SiO}_2$  膜と  $\text{Si}$  膜の多層膜を形成した後、 $\text{SiO}_2$  膜と  $\text{TiO}_2$  膜の多層膜を形成することによって、99% 以上の反射率を保ち、透過率 0.01% 以下の遮光性を有することも可能である。

【0170】反射率は一義的に決められるのではなく、投射型液晶光学装置として用いる場合、所望のスクリーン光量と用いる光源の光の強さが関係するので、最適の組み合わせで構成すればよい。能動素子として多結晶  $\text{Si}$  を用いた場合、多結晶  $\text{Si}$  は感光性が比較的低いので光による誤動作を生じにくい。このため、能動素子部分に遮光膜を形成しないまたは形成しても遮光性の厳密性が要求されないの、遮光膜を形成する工程をなくしたり、簡略化でき、生産性が向上する。

【0171】なお、多結晶  $\text{Si}$  よりも感光性が高いアモルファス  $\text{Si}$  を用いても、その半導体部分に遮光膜を形成して、反射機能層として誘電体多層膜を裏電極基板と液晶固化物複合体との間に形成した場合の誘電体多層膜のわずかな漏れ光（例えば反射率が 99~99.95% の場合）を制限すれば、使用することができる。

【0172】能動素子として多結晶  $\text{Si}$  またはアモルファス  $\text{Si}$  のいずれを用いた場合でも、画素電極および能動素子が形成された裏電極基板面に誘電体多層膜反射機能層を形成することにより、入射光の大半は多層膜で反射され能動素子に入射する光量はわずかとなり、誘電体多層膜自体が遮光膜として働き、遮光効果を有しているといえる。

【0173】液晶光学素子の動作面以外に入射した光および液晶固化物複合体層での散乱光によって発生する迷光がスクリーン上に投射されると、コントラスト比の劣化あるいはゴースト像や輝点発生の原因となる。このような迷光を低減するためには、液晶光学素子の動作面以外の領域、および投射型液晶光学装置を構成する種々の光学素子およびホルダー等の筐体における投射光の光路を妨害しない領域に光吸収性黒色加工をすることが好ましい。

【0174】具体的には、液晶光学素子の表電極基板の動作面周辺のガラス面領域および基板側面に黒色塗料を塗布する。また、裏電極基板の側面および裏面に黒色塗料を塗布する。さらに、集光レンズや集光性反射手段や

ダイクロイックミラー等の光学素子においても、投射光を妨害しない領域には黒色塗料を塗布することが好ましい。

【0175】次に、液晶光学素子のセル内の構造について説明する。本発明では、前述の液晶固化物複合体を構成する未硬化の硬化性化合物として光硬化性化合物の使用が好ましく、なかでも光硬化性ビニル系化合物の使用が好ましい。具体的には、光硬化性アクリル系化合物が例示される。特に、光照射によって重合硬化するアクリルオリゴマーを含有するものが好ましい。

【0176】本発明で使用される液晶は、ネマチック液晶であればよく、固化物マトリックスの屈折率はその液晶の  $n_0$  と一致するような液晶が好ましい。この液晶は、単独で用いても組成物を用いてもよいが、動作温度範囲、動作電圧など種々の要求性能を満たすには組成物を用いた方が有利といえる。

【0177】また、液晶固化物複合体に使用される液晶は、光硬化性化合物を用いた場合には、光硬化性化合物を均一に溶解することが好ましく、光露光後の硬化物は溶解しない、もしくは溶解困難なものとされることが好ましい。また、組成物を用いる場合は、個々の液晶の溶解度ができるだけ近いものが好ましい。

【0178】液晶固化物複合体を製造する場合、従来の通常の液晶光学素子のように基板と対向電極基板とを電極面が対向するように配置して、周辺をシール材でシールして、注入口から未硬化の液晶固化物複合体用の混合液を注入して、注入口を封止してもよいし、一方の電極基板上に硬化性化合物と液晶との未硬化の混合物を供給し、他方の電極基板を重ね合わせるようにして製造してもよい。

【0179】本発明の液晶光学素子は、液晶中に二色性色素や単なる色素、顔料を添加したり、硬化性化合物として着色したものを使用したりしてもよい。本発明では、液晶固化物複合体として液晶を溶媒として使用し、光露光により光硬化性化合物を硬化させることにより、硬化時に不要となる単なる溶媒や水を蒸発させる必要がない。このため、密閉系で硬化できるため、従来のセルへの注入という製造法がそのまま採用でき、信頼性が高く、かつ、光硬化性化合物で二枚の基板を接着する効果も有するため、より信頼性が高くなる。

【0180】このように液晶固化物複合体とすることにより、上下の電極が短絡する危険性が低く、かつ、通常の TN 液晶光学素子のように配向や基板間隙を厳密に制御する必要もなく、透過状態と散乱状態とを制御し得る液晶光学素子を極めて生産性よく製造できる。なお、投射スクリーン上に到達する直進成分と散乱成分との比は、拡散光を減ずる装置であるスポット、鏡等の径およびレンズの焦点距離により制御可能で、所望の表示コントラスト、表示輝度を得られるように設定すればよい。

【0181】アパーチャーのような拡散光を減ずる装置

を用いる場合、表示の輝度を上げるためには、投射用光源から液晶光学素子に入射される光はより平行であることが好ましく、そのためには高輝度でかつできるだけ点光源に近い光源と、凹面鏡、コンデンサーレンズ等を組み合わせて光源光学系を構成することが好ましい。このためには、レーザ光のように指向性の高い光源を用いることにより、より平行に近い光が得られ、高コントラスト比を得るうえで有効である。

【0182】さらに、裏電極基板の表面に放熱板や、ヒータやペルチェ素子等の温度調整機を温度計とともに設置し、冷却用ファンと組み合わせて用い、液晶固化物複合体をその最適動作温度域に温度調整することができる。

【0183】本発明の投射型カラー液晶光学装置は、投射用の光源からの光を二種の平板型ダイクロイックミラーで三色に色分離し、三個の反射型液晶光学素子に入射させ、その反射して出射した光を同一の二種の平板型ダイクロイックミラーで色合成した後、投射するものであればよい。このため、大型の投射スクリーンに画像を投射するカラー表示装置のみでなく、反射型光変調器、照明装置をも含むものである。

【0184】

【作用】本発明では液晶固化物複合体を用いて反射型の液晶光学素子としているので、薄い厚みの液晶固化物複合体でも高い散乱特性を得ることができ、素子自体の特性として高コントラスト比が得られる。

【0185】また、色分離合成用のダイクロイックミラーが二種二個の平板型ダイクロイックミラーからなり、光学系における光軸とダイクロイックミラー面の垂線とのなす角度  $\alpha_1$ 、 $\alpha_2$  が  $20^\circ \sim 35^\circ$  となるように二個のダイクロイックミラーを交差させることなく順次配置し、二種のダイクロイックミラー面のなす角度  $\beta$  が  $40^\circ \sim 70^\circ$  となるように配置しているため、ダイクロイックミラーの色分離合成の分光特性が優れているとともに、色分離合成系が小型化できる。

【0186】また、上述した各構成要素の配置構成により、光源系と色分離合成系と反射型液晶表示素子とからなる光学系が小型化できる。さらに、反射型液晶光学素子によって反射された光が集光され、楕円鏡の第2焦点位置の開口と共役な像を生成する位置に、その開口像の大きさに対応した絞りを有する投射レンズを用いることにより、投射型カラー液晶光学装置全体の小型化が達成される。

【0187】また、楕円鏡の第2焦点位置の開口絞りと投射レンズの開口絞りを連動して可変とすることにより、周囲の明るさに応じてスクリーン上の投射光の明るさおよびコントラスト比を調整することができ、視認性が向上する。

【0188】また、二種のダイクロイックミラーはその面内位置の光入射角の相違に対応した分光透過率の相違

を低減するようにダイクロイックミラー面内の分光透過率が面内位置で異なるように分布を有し、また、投射用の光源系において楕円鏡の第2焦点位置に配置された開口絞り近傍に錐体状プリズムまたは錐体状反射体が配置されているため、スクリーン投射光の面内光強度分布および色分布の均一性が優れた投射型液晶光学装置が得られる。

【0189】また、反射型液晶光学素子の反射機能層は、屈折率が相対的に高い透光性誘電体薄膜と屈折率が相対的に低い透光性誘電体薄膜とを積層してなる誘電体多層膜による反射膜を用いているため、金属膜による反射膜に比べ、平坦性がよい光学反射面が得られるとともに高い反射率を示し、その結果、高コントラスト比が得られる。

【0190】さらに、誘電体多層膜による反射膜の構成に応じて分光反射率を任意に調整でき、波長選択反射性を有しているため、光吸収型のカラーフィルタと同様の反射型光学フィルタの効果を得られる。特に、色分離合成用のダイクロイックミラーが光源光学系と反射型液晶光学素子との間に設けられ、色分離光が異なる三個の反射型液晶光学素子に入射され、それらの複数の液晶光学素子の反射機能層の少なくとも一つが、色分離合成用のダイクロイックミラーによる色純度の低下を補うような波長選択反射性を有する分光反射率とすることによって、色純度および光利用率の高い反射型液晶光学素子が得られる。

【0191】また、反射型液晶光学素子の裏面電極基板として絶縁体材料基板中に多数の細い導線が密に埋め込まれた構造体であるCTPを用い、反射面がCTPと液晶固化物複合体との間に形成された構成とすることにより、反射型光変調素子部分と電界印加素子部分をCTPを介して分離結合した構造となり、特に画像情報の電界印加手段として光導電体を用いた光書き込み手段やCRTを用いた電荷書き込み手段等を利用した投射型液晶表示装置が得られる。

【0192】

【実施例】

（実施例1）次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。本実施例の反射型液晶表示セルの構成を図13に示す。ガラス基板（コーニング社製「7059」）の片側表面に画素としてパターンニングされたITO透明電極636を設け、この各画素毎の裏電極636に多結晶シリコンTF639を配置した裏電極基板を三枚作製した。

【0193】さらに、この各裏電極基板上に、屈折率1.45の $\text{SiO}_2$ と屈折率2.35の $\text{TiO}_2$ を交互に各光学膜厚 $n d = \lambda / 4$ （ $\lambda$ ：各RGBにおける波長）で20層積層し、各々RGB波長帯で反射率が99%以上となるような誘電体多層膜637による反射膜を表示面全体に真空蒸着法により形成して裏電極基板633を



作成した。

【0194】入射光のうち誘電体多層膜を透過してTFTに入射する漏れ光を完全に遮断しTFTの感光性に伴う画質の劣化を抑制するため、裏面電極基板の各画素のTFTに対応した位置の誘電体多層膜上に遮光膜640を形成した。ここで用いた遮光膜は、透過型アクティブマトリクス液晶表示素子において表電極基板に成膜して通常用いられるCr金属膜ではなく、微細炭素粒子が感光性ポリマー中に分散された黒色かつ電気絶縁性の高い感光性ポリマー（富士ハントエレクトロニクステクノロジー社：CK-2000）を用いた。

【0195】この場合、金属膜を遮光膜に用いると、TFTと金属膜との間に介在する誘電体多層膜ミラーが容量として作用するため、TFTの特性を劣化させる。さらに、反射型の場合、金属表面の反射により入射光が反射されてしまうため、TFT部分が黒に対応した遮光とならないためである。

【0196】一方、ガラス基板の一面を、正規反射光を低減し、透過光を極端に低減しない程度に微細な凹凸を形成し、さらにその上にITO透明電極635を形成し、表電極基板631とした。この裏電極基板633と表電極基板631の周辺部をシール材でシールしてRGB3個の反射型セルを作製した。

【0197】セル形状は対角4.4インチ、画素数は縦480個×横640個、各画素サイズは140 $\mu$ m×140 $\mu$ mであった。また、この反射型セルにおいては、従来のTN液晶光学素子に必要であった遮光膜を表電極基板上に形成する必要がないため、反射膜を形成する前の透過型セルの状態では画素の開口率が58%と高い値を示している。また、これよりも対角寸法、各縦横寸法が大きい、さらに画素密度の高いTFTセルを形成することも可能である。

【0198】さらに、誘電体多層膜による反射膜を形成し反射型セルとすることにより、蓄積容量部分も開口部として用いることができるため、開口率が67%と大きな値が得られた。同じTFT構成で従来の透過型のTN型液晶光学素子を用いる場合は、遮光膜形成に伴い開口率が40%と低い値にとどまっていた。

【0199】上記のセルに、 $\Delta n$ が約0.24、 $\Delta \varepsilon$ が約16のネマチック液晶をアクリレートモノマー、二官能ウレタンアクリレートオリゴマー、光硬化開始剤と均一に溶解した溶液をセルに注入し、紫外線露光により液晶固化物複合体を硬化させ、液晶量が68wt%の三個の反射型液晶表示セルを作製した。

【0200】飽和透過率の90%の透過率となる印加電圧を駆動電圧と定義すると、これらの反射型液晶光学素子の駆動電圧はいずれも6Vであった。さらに、反射型液晶光学素子の裏電極基板の表面に、透過光の裏面反射を低減するため光吸収用の黒塗料641を塗布した。そして、その上から温度測定用の熱電対が取り付けられたヒ

ータ内蔵の放熱板を接着し、背後に空冷ファンを設けた。実際の投射表示状態では、この熱電対の温度をモニターしながら、各反射型液晶光学素子の温度が35 $\pm$ 5 $^{\circ}$ Cの範囲に保持されるように強制的にヒータ加熱および空冷できる機構とした。

【0201】図1～図2に示されるように、これら三個のRGB用の反射型液晶表示素子31A、32A、33Aの表電極基板上に、焦点距離180mmの平凸球面レンズ31B、32B、33Bの平面側を光学接着剤で接合し、反射型液晶表示素子ブロック31、32、33とした。レンズ凸面には各波長帯域に対応した反射防止膜が形成され、反射率が0.1%以下に抑えられている。

【0202】次に、この反射型液晶表示素子ブロック31、32、33を、図1と図2の光源系1、色分離合成系2、投射レンズ系4を備えた投射型装置と組み合わせて、投射型カラー液晶光学装置を構成した。投射用光源光学系1において、光源11に250W、アーク長5mmのメタルハライドランプを用い、コールドミラー付き楕円鏡12で集光した。光源11の発光部を楕円鏡の第1焦点近傍に配置し、楕円鏡の第2焦点近傍に錐体状プリズム14を配置した。

【0203】錐体状プリズムは、その底面から光が入射し頂角側に光が出射する向きとし、頂角が120 $^{\circ}$ となるように光学ガラスを加工・研磨した後、表面に反射防止膜を形成した。さらに、錐体状プリズムの光出射側に開口径が可変である開口絞り13を設置した。

【0204】光学系において、反射型液晶表示素子への入射光の光軸と反射型液晶表示素子からの反射光の光軸との二等分軸を中心光軸5と定めると、色分離合成手段である二種二個の平板型ダイクロイックミラー21、22はその法線と中心光軸5とのなす角度が30 $^{\circ}$ となるように、かつ二個のダイクロイックミラーをそのミラー面のなす角度 $\beta$ が60 $^{\circ}$ となるように、交差させることなく順次配置した。

【0205】また、反射型液晶表示素子の反射面の垂線と入射光および反射光の光軸とのなす角度 $\gamma$ が6 $^{\circ}$ になるよう配置された。また、反射型液晶光学素子の反射面における入射光の光軸と反射光の光軸によって定まる平面と、二個のダイクロイックミラーの法線によって定まる平面とが、直交するように配置した。

【0206】本実施例の投射型カラー液晶光学装置では、図1と図2において、赤色波長光Rが第1の平板型ダイクロイックミラー21で反射され、青色波長光Bが第2の平板型ダイクロイックミラー22で反射され、緑色波長光Gが透過する構成としている。ダイクロイックミラーの分光特性は、R反射あるいはB反射のようなエッジ型フィルタの方がG反射のようなノッチ型フィルタに比べ設計自由度が高く、色純度が向上しやすいため、このような構成仕様とした。

【0207】第1の平板型ダイクロイックミラー21は、

光源系からの光のうち575nm以上の可視波長の橙色(R)を反射し他の波長光を透過するような短波長透過型の分光特性を有し、第2の平板型ダイクロイックミラー22は、第1の平板型ダイクロイックミラー透過光からの光のうち500nm以下の可視波長の青色(B)を反射し他の波長光を透過するような長波長透過型の分光特性を有するものを用いた。第1および第2の平板型ダイクロイックミラー透過光は、緑色(G)であった。

【0208】図1に示されるように、光源系1から出射された光は、発散光となって反射型液晶光学素子ブロック31, 32, 33に放出されるため、その間に配置された二個のダイクロイックミラー21, 22への入射角は面内位置によって異なる。

【0209】すなわち、図1の平面図において、第1の平板型ダイクロイックミラー21ではダイクロイックミラーの図中上側ほど、入射光線の入射角度が $\alpha 1$ より小さな値となり、第2の平板型ダイクロイックミラー22ではダイクロイックミラーの図中下側ほど入射光線の入射角度が $\alpha 2$ より小さな値となっている。

【0210】このように、ダイクロイックミラーへの入射角が面内で異なる場合でも面内の分光特性が同一になるように、ダイクロイックミラーの分光特性を決める誘電体多層膜の膜厚分布が、第1の平板型ダイクロイックミラーでは上側に比べ下側ほど、第2の平板型ダイクロイックミラーでは下側に比べ上側ほど厚くなるように成膜している。

【0211】反射型液晶光学素子の入射光と反射光は、図1の平面図では同じ射影光路を通るため、入射光と反射光とで斜入射の影響は同じであり、上記ダイクロイックミラーの分光特性が有効である。また、図2の側面図では、反射型液晶光学素子の入射光と反射光は入射角が異なるが、角度分散中心の傾斜角が $6^\circ$ と図1の平面図における $30^\circ$ に比べて小さいため、その分光特性に及ぼす影響は少ない。したがって、図1の平面図における紙面内方位にダイクロイックミラーの誘電体多層膜の膜厚分布を形成すればよい。

【0212】前述したように、このような構成ではB・Gの色純度は問題ないが、このままではR中に黄色(波長575nm~595nm)が混入するため、純度の高い赤色が得られず橙色となった。特に、メタルハライドランプを用いているときには、この波長域に強い発光ピークが生じやすく、色純度の劣化が顕著となる。そこで、R用の反射型液晶表示素子31Aの誘電体多層膜による反射膜を、595nm以上の可視波長を反射し、あわせて少なくとも575nm~590nmまでの光を透過する短波長透過型の分光特性を有するダイクロイックフィルタとした。

【0213】なお、ダイクロイックミラー透過・反射に

伴うBGRの光路長の相違を補正するため、各反射型液晶表示セル31A, 32A, 33Aに接合された集光レンズ31B, 32B, 33Bの厚みを異なるようにした。すなわち、R用、B用、G用の順で集光レンズが厚いものを用いた。

【0214】光源系の楕円鏡の第2焦点近傍の開口13から放射された発散光は、このようにして色分離合成用のダイクロイックミラー21, 22によってRGBに色分離された後、各反射型液晶表示素子31A, 32A, 33Aに接合された集光レンズ31B, 32B, 33Bによりほぼ平行光化され、反射型液晶表示素子31A, 32A, 33Aに入射する。反射型液晶表示素子の反射面からの反射光は再び同一の集光レンズにより集光され、楕円鏡の第2焦点近傍の開口と共役な像が楕円鏡の第2焦点位置の開口に重ならない位置に生成される。

【0215】投射光学系は投射レンズと拡散光除去系からなり、拡散光を減ずる装置である絞り41はその開口径が可変できる構成とし、それが複数のレンズから構成される投射レンズ42の内部に設置され、楕円鏡の第2焦点位置の開口13と共役な像が投射レンズの可変絞り位置に対応するように投射光学系4を配置した。この絞り41を構成要素に含む投射光学系4により、図示されていない投射スクリーンに投射される。

【0216】このとき、反射型液晶表示素子への入射光の指向性は、光源光学系1の可変開口絞り13の直径 $\Psi$ と集光レンズ31B, 32B, 33Bの焦点距離 $f$ によって定まる広がり角、 $\delta 1 (=2 \tan^{-1}(\Psi/2f))$ によって表現できる。また、投射光学系4の拡散光除去用可変開口絞り41の直径 $\phi$ と、集光レンズ31B, 32B, 33Bの焦点距離 $f$ によって投射される光の指向性の広がり角である集光角 $\delta 2$ が定まる。

【0217】光源系1の可変式開口絞り13と投射光学系4の可変式の第2の開口絞り41は、光源光学系の出射光束の広がり角 $\delta 1$ と集光角 $\delta 2$ がほぼ等しくなるように各々の開口直径を調整し可変することが、光利用率およびコントラスト比を劣化させないために好ましい。

【0218】このような構成の投射型カラー液晶表示装置を用いて、 $\delta 1 = \delta 2$ の条件のもとで光源系の可変式開口絞り13と投射光学系の可変式第2の開口絞り41を変化させ角度 $\delta 1 = \delta 2$ を変えて、投射スクリーン上でのコントラスト比および光束を測定した。その結果を表1にまとめた。

【0219】なお、表1は裏面電極基板として透明電極膜上に反射面として誘電体多層膜が形成された反射型光学素子を用いた測定結果から、TFTアレイが形成された反射型液晶光学素子を用いた場合の性能を光学的計算によって得たものを示す。

【0220】

【表1】

角度 $\delta 1$ ( $=\delta 2$ )	コントラスト比	光束 (ルーメン)
4°	300	370
6°	200	700
8°	120	1000
10°	90	1300
12°	60	1500

【0221】投射スクリーンが設置された室内が明るい場合、周囲光の影響で画像の黒レベルの光量が増加してしまうため、視認性の良い高コントラスト表示を得るためには、角度  $\delta 1$  ( $=\delta 2$ ) を  $10^\circ \sim 12^\circ$  程度に設定し、投射光束を大きくとることが好ましい。一方、室内が暗い場合、周囲光の影響はなく、画像の黒レベルの光量が直接認識されるとともに、必要以上のスクリーン輝度は眩しさとなり視認性を低下させるため、角度  $\delta 1$  ( $=\delta 2$ ) を  $4^\circ \sim 6^\circ$  程度に設定し、コントラスト比を高くとり黒レベル階調性を再現することが好ましい。

【0222】本実施例における二個の可変アパーチャの利用により、このような周囲環境の明暗に応じたスクリーン投射像の明るさおよびコントラスト比を容易に調整することができた。また、スクリーン上での光量分布は中心に対し周辺でも 50% 以上と均一性が高く、色の面内分布も均一であった。

【0223】また、投射像の RGB 色純度は CRT 以上の色純度を示し、白の色度座標も含めて NTSC の規格色純度を達成するものであった。

【0224】本実施例ではアクティブマトリクスとして耐光性が高い多結晶 Si を用いたが、遮光膜を厚く形成することによって遮光度を高めればアモルファス Si を用いてもよい。また、Si 単結晶ウェーハ上に画素毎にトランジスタを形成したアクティブマトリクスでもよい。この場合、誘電体多層膜ミラーのフィルタ作用を利用して不要な光を透過させることによって R 光の色純度を向上させることはできないため、R 光の光路中に別途  $575\text{ nm} \sim 590\text{ nm}$  波長域の光をカットするフィルタを設ける必要がある。

【0225】(実施例 2) 実施例 1 において、裏電極と反射膜の代わりに、裏電極兼反射膜としてアルミニウム膜を用いた場合は、角度  $\delta 1$  ( $=\delta 2$ )  $= 6^\circ$  で、コントラスト比は 90、光束は 600 ルーメンであった。また、赤の色純度が悪く、橙色になった。しかし、第 1 のダイクロミックミラー 21 を構成する誘電体多層膜の膜厚構成を変えて色分離分光特性のシャープネスを劣化させることにより、黄色成分 ( $565\text{ nm} \sim 585\text{ nm}$ ) を低減し、その結果 CRT 程度の RGB の色純度が得られた。

【0226】(参考例 1) 実施例 2 において、R 用の集光レンズ 31B の平坦面に  $590\text{ nm}$  以上の可視光を透過

し短波長光を吸収するカラーフィルタを全面に塗布した後、反射型液晶表示素子 31A に接合する。その結果、実施例 2 に比べて赤の色純度が実施例 1 程度に向上する。

【0227】(参考例 2) 実施例 1 において、光源系 1 の錐体状プリズム 14 の代わりに錐体状反射体 15a を用い、図 4 に示す構成とした。ガラスブロックをその頂角  $\theta b1$  が  $160^\circ$  となるよう錐体状に加工・研磨し、錐体状表面に可視光を反射し赤外光を透過するコールドミラーを形成する。このような錐体状反射体を楕円鏡の 12 の第 2 焦点位置近傍に配置するとともに、楕円鏡 12 からの入射光の光軸と色分離合成系 2 への出射光の光軸が  $60^\circ$  の角度を成すように光源系 1 を配置する。その結果、実施例 1 と同程度の特性が得られる。

【0228】(参考例 3) 実施例 1 において、裏電極基板上の画素電極以外からの反射光を低減し能動素子を充分遮光するため、電気絶縁性の感光性ポリマー遮光膜の代わりに金属膜を表示画素電極以外の誘電体多層膜ミラー面上に形成するとともに、その電極電位を表電極基板の透明電極電位と一致するように配線する。このような反射型液晶表示素子の構造の拡大図を図 28、図 29 に示す。図 28 は平面図、図 29 は図 28 の切断線 X1-X2 での断面図である。

【0229】その結果、表示画素電極以外の部分は全て印加電圧 0 V に対応した散乱状態となるため暗表示となりコントラスト比が向上し、また、強い入射光に対しても光誘起電流の発生に伴う投射画像の劣化が改善される。このとき、液晶固化物複合体層と接する金属膜上に反射防止膜を積層するとさらに表示画素電極以外の部分の暗レベルが低下し、コントラスト比が向上する。

【0230】(参考例 4) 実施例 1 において、反射型液晶表示素子としてアモルファス・シリコン TFT アクティブマトリクスを用いる場合の実施例を以下に説明する。

【0231】ガラス基板の片側表面に作製する反射型 TFT アレイの断面図を図 26 に示す。まず、ガラス基板 833 上に TFT アレイのゲート電極を形成し、さらに、この上にゲート絶縁体層、アモルファス・シリコン半導体層および保護絶縁体層の三層を成膜およびパターンニングし、次に、ソース電極 862 およびドレイン電極 836A を成膜・パターンニングすることによって、配線電極および能動素子を作製する。

【0232】なお、入射光のうちTFTに入射する漏れ光を完全に遮断しTFTの感光性に伴う画質の劣化を抑制するために、裏面電極基板の各TFT839に対応した位置に遮光膜を形成してもよい。反射型液晶表示素子とするために、上述のTFTアレイの形成されたこの裏電極基板上に、屈折率1.45のSiO<sub>2</sub>と屈折率2.1のTa<sub>2</sub>O<sub>5</sub>を交互に各光学膜厚 $nd=\lambda/4$  ( $\lambda$ :各RGBにおける波長)で23層積層し、各々RGB波長帯で反射率が98%以上となるような誘電体多層膜837による反射面を表示面全体に形成する。この時、各誘電体多層膜837の総膜厚は1.6~2.1 $\mu$ m程度である。

【0233】さらに、各TFTのドレイン電極836Aに対応した誘電体多層膜837の位置にコンタクトホール861を形成した後、透明画素電極836BとしてITOを成膜およびパターンニングし、反射型裏面電極基板833を三枚作製する。このとき、裏電極基板側に形成されたドレイン電極836Aと誘電体多層膜837上に形成された透明画素電極836Bとが導通を確保するとともに、透明画素電極836B間にTFTおよび大半の画素の配線電極が位置しない

で、透明画素電極836Bの下に覆い隠し配置されるような構成とする。

【0234】誘電体多層膜ミラー837は耐熱性に優れ、成膜後の加熱工程を経ても光学特性が変化しないため高い反射率が維持できる。一方、アルミニウム・ミラーの場合は成膜後の加熱工程を経た場合、表面の平坦性が著しく劣化し実効的な反射率が低下することが知られている。

【0235】また、誘電体多層膜ミラー837の膜厚が1 $\mu$ m以上と大きいと、透明画素電極をデータ配線やゲート配線に重ねても重なり容量は小さいため、電気信号波形の鈍り等のTFT駆動上の大きな障害を回避することができる。また、実施例1と同様に、裏電極基板の裏面上に残留透過光の裏面反射を低減するために、光吸収黒色塗料841を塗布する。

【0236】また、表電極基板831として、表示面に対応した部分のみに研磨材を吹き付けるサンドブラスト法により微細な凹凸を形成し、その上にITO透明電極835を成膜することにより界面での正規反射光を低減したガラス基板を用いた。この表電極基板831の透明電極面\*

\*において、透明画素電極836B以外の部分およびTFTに対応した位置に遮光膜を形成することにより遮光性を高めてもよい。

【0237】この裏電極基板833と表電極基板831の周辺部をシール材でシールしてRGB三個の反射型セルを作製する。セル形状は対角2.1インチ、画素数は縦480個×横640個、各画素サイズは約67 $\mu$ m×67 $\mu$ mとする。また、コンタクトホールを介して誘電体多層膜837上に形成された透明画素電極836Bの画素占有面積(開口率)は85%程度の高い値が確保され、従来のTN型液晶光学素子に比べて飛躍的に大きな開口率を実現できる。

【0238】これに実施例1と同様にして、液晶固化物複合体を注入・露光し、三個の反射型液晶表示素子を作製する。これらの反射型液晶表示素子の駆動電圧はいずれも約5.5Vと低駆動電圧で動作する。

【0239】さらに、実施例1と同様に、反射型液晶表示素子の裏電極基板の裏面に光吸収用の黒塗料841を塗布し、その上から温度測定用の熱電対が取り付けられたヒータ内蔵の放熱板を接着し、背後に空冷ファンを設け液晶表示素子の温度を調整できる機構とする。

【0240】実施例1の投射型液晶表示装置と比較して、以下の構成要素が異なる以外は同じ光学系の構成とする。図1~図2において、平凸球面レンズ31B、32B、33Bとして焦点距離120mmの平凸球面レンズを用い、光源系1において、光源11に150W、アーク長4mmのメタルハライドランプを用いる。

【0241】本参考例では、赤色中(R)に混入した黄色(Y:波長575nm~595nm)を取り除くために、集光レンズ31Bと液晶表示素子31Aとの間に色ガラスフィルタ(HOYA(株):シャープカットフィルタR-60)を装着する。

【0242】このような構成の投射型カラー液晶表示装置を用いて、 $\delta 1=\delta 2$ の条件のもとで光源系1の可変式開口絞り13と投射光学系の可変式第2の開口絞り41を変化させ角度 $\delta 1=\delta 2$ を変えて、投射スクリーン上でのコントラスト比および光束を光学的に計算した。その結果を表2に示す。

【0243】

【表2】

角度 $\delta 1 (= \delta 2)$	コントラスト比	光束 (ルーメン)
4°	330	280
6°	220	530
8°	140	750
10°	100	980
12°	70	1100

【0244】実施例1に比べて、小型な液晶表示素子と 低消費電力のランプを用いているにもかかわらず、高い

光利用効率を実現することが可能である。

【0245】（参考例5）参考例4の構成中から、誘電体多層膜ミラー837と透明画素電極836Bの代わりにSiN絶縁体層とアルミニウム反射電極層を用いる。

【0246】図26に示すように、TFTアレイ上にSiN絶縁体層837を約2μm成膜し、コンタクトホールを形成した後アルミニウム反射電極層836Bを成膜してドレイン電極836Aと導通を確保する。アルミニウム成膜後に、表面を研磨により平坦化した後画素電極としてパターンニングする。この反射型液晶表示素子の構成は、例えば1989年電子情報通信学会秋期全国大会予稿集の5～30頁の「ハイビジョン用液晶投射型テレビの反射型高密度TFTアレイ」に記載されている。他の構成は参考例4と同じである。

【0247】その結果、誘電体多層膜ミラーに比べてアルミニウム・ミラーの方が反射率が低いことと、平坦な鏡面反射面が得にくいことから、光利用効率とコントラスト比が参考例4に比べてやや劣ること以外は同じ特性が得られる。

【0248】（参考例6）参考例4において、表電極基板831として平坦なガラス表面に遮光膜（ブラックマトリクス）が形成された後にITO/SiO<sub>2</sub>/ITOの3層構造の反射防止効果を有する透明電極膜を形成する。その結果、微細な凹凸面が形成された表電極基板を用いる参考例4に比較して、コントラスト比が30%程度低下すること以外は同じ特性が得られる。

【0249】（参考例7）参考例4において、光源系1の錐体状プリズム14の代わりに拡散板を用いる。その結果、参考例4に比較してスクリーン中心付近の光束が減少するため光利用効率が約半減すること以外は同程度の特性が得られる。

【0250】（参考例8）参考例4において、光源系1の集光鏡として単一の楕円鏡の代わりに図25に示したような楕円鏡と球面鏡を組み合わせて用いる。各反射面にはコールドミラーが形成され、光源11の発光部を楕円鏡の第1焦点近傍に配置するとともに、球面鏡の曲率中心とほぼ一致するように調整する。さらに、楕円鏡の第2焦点近傍に錐体状プリズム14を配置する。その結果、参考例4に比較して光利用効率が向上する。

【0251】（比較例1）実施例1の光学系の代わりに、単一集光レンズと45°入射交差型平板ダイクロイックミラーを構成要素とする図20と図21に示した従来型の光学系を用いる場合、コントラスト比は同程度であるが、スクリーン光束および色純度は実施例1に比べ劣り、光学系全体の容積が実施例1に比べ二倍以上と大型化してしまい、さらに、投射像の中央にダイクロイックミラーの交差部に対応した陰が投影されるため均一な光量分布とならない。

10 【0252】（比較例2）実施例1の光学系の代わりに、単一集光レンズと45°入射ダイクロイックプリズムを構成要素とする図18、図19に示した従来型の光学系を用いる場合、コントラスト比は同程度であるが、スクリーン光束、光量分布均一性および色純度は実施例1に比べ劣り、光学系全体の容積が実施例1に比べ二倍以上と大型化してしまう。

【0253】（比較例3）実施例1の光学系の代わりに、単一集光レンズとプリズムブロック色分離合成系を構成要素とする図31に示した従来型の光学系を用いる場合、色純度は同程度であるが、スクリーン光束、光量分布均一性およびコントラスト比は実施例1に比べ劣り、光学系全体の容積が実施例1に比べ二倍以上と大型化してしまう。

【0254】上記の実施例1、2と各種の実施態様を示す参考例を表4（実施例B1とB2、および、参考例b1～b8、比較例B1～B3）にまとめた。

【0255】また、画像表示用の画素電極ではなくベタ電極を備え、フルカラーの照明装置等に用いるような、より簡単な構造の場合の液晶光学装置について、光学的計算により性能比較を行いその結果（参考例A1～A6、比較例A1～A3）を表3に示す。

【0256】この光学的計算での、各構成要素の近似的な性能値や条件等を表5に示す。実際の楕円鏡や反射型液晶光学素子の光学的な動作を完全にシミュレーションするのは困難であるが、実用上で用い得る程度の近似解が得られている。

【0257】

【表3】

表3：種別A 「照明用投射型カラー液晶光学装置」 \* 表3と表4中の略語は表5に説明する。

例	LCDと集光手段と色分離手段の光学的配置など	LCD中の反射機能層	光源系	特 性			
				照明効率	均一性	色純度	容積と重量
A 1	一枚の平板型ダイクロイックミラーをV字状に配置し、RGB毎にコンデンサーレンズと、反射機能層を備えたLCDパネルを△(デルタ)状に対向配置した光学系	ML	EM + P	◎	◎	◎	◎
A 2		AL	EM + P	○	◎	△	○
A 3		ML	EM + M	◎	◎	◎	◎
A 4		ML	EM + dif	△	△	◎	◎
A 5		ML	EM+SM, +P	☆	◎	◎	☆
A 6		ML	PM + lens	◎	△	◎	○
比較例 A1	45°入射、直交差型のダイクロイックミラーとレンズ付LCD	ML	PM + lens	△	×	△	×
		AL	EM + P	△	×	×	×
比較例 A2	45°入射、直交差型のダイクロイックミラーとレンズ付LCD	ML	PM + lens	△	△	△	×
		AL	EM + P	△	◎	×	△
比較例 A3	三個のガラス板からなるクロスハックを用いた光学系	ML	PM + lens	△	△	◎	×
		AL	EM + P	△	◎	△	×

条件：①カラーフィルタなし、かつ②凹凸形状を表基板の透明電極側に形成 表中の評価単位：☆&gt;◎&gt;○&gt;△&gt;×

表 4 : 種別 B 「画像投射表示用の投射型カラー液晶光学装置」

例	LCD、集光手段、色分離合成手段の光学的配置	カラーフィルム	基板の光学的処理	LCD 中の反射機能層	光源系	特性					
						投射光効率	コントラスト比	均一性	色純度	容積重さ	総合評価
B 1	二枚のダイクロイックミラーをV字状に配置し、かつRGB毎にコンデンサレンズと反射機能層とを備えたLCDが、それをΔ(デルタ)状に対向配置した光学系	なし	凹凸	ML	EM + P	◎	◎	◎	◎	◎	
B 2		なし		AL	EM + P	○	○	◎	△	○	○
b1		有り		AL	EM + P	○	○	◎	◎	○	○
b2		なし		ML	EM + M	◎	◎	◎	◎	○	◎
b3		有り		ML	EM + P	◎	◎	◎	◎	○	◎
b4		有り		ML(2)	EM + P	☆	◎	◎	◎	◎	☆
b5		有り		AL(2)	EM + P	◎	○	◎	◎	◎	◎
b6		有り	AR	ML(2)	EM + P	☆	△	◎	◎	○	
b7		有り	凹凸	ML(2)	EM+diff.	△	◎	△	◎	○	
b8		有り		ML(2)	EM+SM,+P	☆以上	◎	◎	◎	◎	☆以上
比較例 B1	45°入射、直交型ダイクロイックミラーとレンズ付LCD	なし		ML	PM+Lens	△	△	×	△	×	×
		有り		AL	EM + P	△	△	×	△	△	×
比較例 B2	45°入射、直交型ダイクロイックミラーとレンズ付LCD	なし		ML	PM+Lens	△	△	○	×	×	×
		有り		AL	EM + P	△	△	◎	△	△	△
比較例 B3	三個のカミからなるカミロックを用いた光学系	なし		ML	PM+Lens	△	△	○	◎	×	×
		有り	AL	EM + P	△	△	◎	◎	×	×	

表5

No	構成要素名	構 成	用いた特性値
1	カラーフィルタ	色純度改善用の光吸収型カラーフィルタ	赤主波長 有り -- 610nm なし -- 590nm
2	表基板 (ITO側)	凹凸 AR ..... 微細な凹凸形状 ..... 無反射コート	界面反射 $\leq 0.2\%$ $\geq 0.6\%$
3	反射機能層 (ミラー面)	ML Al ..... 誘電体多層膜ミラー ..... アルミニウム金属膜ミラー  ML (2) Al (2) ..... 誘電体多層膜ミラー上に形成された透明面誘電極と能動素子の一端子とを導通接続 ..... クトホールを通して導電接続 ..... 絶縁体(誘電体多層膜など)上に形成されたアルミニウム金属電極と能動素子の一端子とを、絶縁体の層に形成したクットホールを通して導電接続	反射率 X (開口率) 65% 48%  83%  61%
4	光源系 a) 反射手段 b) 集光手段	EM PW+ lens EM+SM ..... 楕円鏡 ..... 放物面鏡とレンズ ..... 楕円鏡と球面鏡の組み合わせ  P (prism) ..... 錐体プリズム M (mirror) ..... 錐体反射体 dif. .... 光拡散板 (ディフューザ)	相対的効率 (集光角) 70 (8°) 50 (12°) 100 (8°)  相対的効率 95 100 40

【0260】(参考例9)実施例1のTFTが画素毎に形成された反射型液晶表示素子の代わりに、図14に示すように、反射型の空間光変調器を用いる。裏電極基板643としてFAPを用いる。FAPは屈折率の相対的に大きなガラスをコア、屈折率の相対的に小さなガラスをクラッドとする直径10 $\mu$ mの光ファイバーを束ねて融着したものを、スライス・研磨したガラス基板である。

【0261】このFAPの片面に透明電極646としてS n O<sub>2</sub>を成膜する。さらに、その上にアモルファスSi

光導電膜649(膜厚10 $\mu$ m)、遮光膜650としてCd Te膜(膜厚1 $\mu$ m)を順次形成する。最後に、屈折率1.45のSiO<sub>2</sub>と屈折率2.35のTiO<sub>2</sub>を交互に各光学膜厚 $n d = \lambda / 4$ ( $\lambda$ :各RGB波長帯における中心波長)で40層積層し、各々RGB波長帯で反射率が99.9%以上となるような誘電体多層膜647による反射膜をその上に形成し裏電極基板643を得る。

【0262】一方、表電極基板631は実施例1と同じく、ガラス基板の一面に正規反射光を低減し透過光を極



端に低減しない程度の微細な凹凸が形成された面の上にITO透明電極635が形成されたものを用いる。この裏電極基板643と表電極基板631の周辺部をシール材でシールしてRGB3個のセル形状対角5インチの反射型セルを作製する。

【0263】実施例1と同様に、これに $\Delta n$ が約0.24、 $\Delta \epsilon$ が約16のネマチック液晶をアクリレートモノマー、二官能ウレタンアクリレートオリゴマー、光硬化開始剤と均一に溶解した溶液をセルに注入し、紫外線露光により液晶固化物複合体を硬化させ、液晶量が68wt%の三個の反射型空間光変調器を作製する。

【0264】この三個の反射型空間光変調器の表電極基板を、実施例1と同じく、平凸球面レンズの平面に接合する。また、反射型空間光変調器の裏電極基板であるFAPに、FAPをフェイス・プレートとする対角有効表示面4.5インチのCRTを接合し、書き込み入力画像とする。

【0265】このようにして反射型液晶表示素子31、32、33を作製し、実施例1と同じ投射型装置に組み入れる。その結果、実施例1ではTFTの開口率67%に対応した光しか利用できないが、本参考例の構成とした結果、実効的に開口率が向上し投射光束を約二割増加できる。他の光学特性は実施例1とほぼ同じとなる。

【0266】本参考例では、光画像書き込み材料としてアモルファスSi光導電膜を用いるが、光導電材料としてCdS膜、アモルファスSe、 $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ 単結晶等を用いてもよい。

【0267】また、遮光膜としてCdTe膜以外に、Siと $\text{SiO}_2$ を交互に光学膜厚（屈折率×膜厚）が遮光波長帯域の中心波長 $\lambda$ に対して $\lambda/4$ になるように積層した誘電体多層膜ミラーでもよいし、実施例1で記載した微細炭素粒子が感光性ポリマー中に分散された黒色かつ電気絶縁性の高い感光性ポリマーでもよい。電気絶縁性が高く、光吸収率の高い物質であれば用いることができる。

【0268】（参考例10）参考例9の反射型の空間光変調器として、CTPを利用した反射型液晶表示素子を用いる。本参考例では、図15に示すように、CTP750の片側に実施例1と同様の誘電体多層膜ミラー737を形成し、反射型液晶表示素子の裏電極基板750として用いる。

【0269】一方、表電極基板731は実施例1と同じく、ガラス基板の一面に正規反射光を低減し透過光を極端に低減しない程度の微細な凹凸が形成された面の上にITO透明電極735が形成されたものを用いる。この裏電極基板750と表電極基板731の周辺部をシール材でシールしてRGB3個のセル形状対角2インチの反射型セルを作製する。

【0270】実施例1と同様に、これに $\Delta n$ が約0.24、 $\Delta \epsilon$ が約16のネマチック液晶をアクリレートモノ

マー、二官能ウレタンアクリレートオリゴマー、光硬化開始剤と均一に溶解した溶液をセルに注入し、紫外線露光により液晶固化物複合体を硬化させ、液晶量が68wt%の三個の反射型液晶素子を作製する。この反射型液晶素子のCTP750の片面に画像に対応した電圧入力方法として種々の方式が考えられる。

【0271】例えば、予めCTP750の誘電体多層膜ミラーが形成されていない側の面にアモルファスSi膜のような光導電材料が形成され、その上に透明電極が成膜されているCTPを裏電極基板として用い、表電極基板731の電極735との間に一定の交流電圧を印加することによって、参考例9と同様の光画像書き込み型の反射型空間光変調器が実現する。この場合、CTPの絶縁材料として光吸収性の物質を用いることによって、参考例9の遮光膜の機能を果たす。

【0272】別の例として、図16に示すように、CTPの片側にバンパ・ボンド760を介してアクティブマトリクス基板733を接合してもよい。こうした構成とすればアクティブマトリクスの画素736への印加電圧がCTPを通してそのまま液晶固化物複合体層732に印加される。したがって、実施例1のようにアクティブマトリクス基板自体を反射型構成とする必要はなく、アクティブマトリクス基板の構成は透過型構成と全く同じでよい。また、参考例9のように、光導電層を形成する必要はなく、光書き込み用の入力画像を必要としないため構成が単純になる。

【0273】また別の参考例として、図17に示すように、CTP750の片側にCRTに用いられる電子銃774と電子レンズ773を組み合わせて電荷をCTP面に走査することによって、画像情報電圧をCTPを通してそのまま液晶固化物複合体層732に印加してもよい。

【0274】電子銃774からはマイナス電荷しか供給できないが、図17に示すように、このCTP面に近接してメッシュ電極772を配置し、その印加電圧を調整することによって、CTP面の絶縁体物質771の二次電荷放出特性を操作できるため、結果的にCTP面にプラス電荷を供給することもできる。このとき、高速にプラス電荷を供給するために二次電荷放出係数の大きな絶縁体材料、例えばMgOや $\text{CaF}_2$ 等をCTP面に形成することが好ましい。

【0275】また、電子銃書き込みの場合、CRT作製プロセスを用いるため、反射型液晶表示素子の作製手順は他のものと異なる。すなわち、図17に示されたCTP750をフェイス・プレートとするCRTを作製した後、そのCTPを裏電極基板とした反射型セルを作製し、さらに液晶固化物複合体を注入・露光して形成することになる。

【0276】参考例9の空間光変調器の場合、書き込み用の画像生成手段としてCRTや液晶表示素子を別途必要としたが、図17のような構成の反射型液晶表示素子

とすることによって、蛍光体によって電荷エネルギーを発光変換することなくCRTの電荷量情報を直接液晶固化物複合体層に電圧として印加できるため構成が簡単になるとともに、蛍光体での発光変換に伴う解像度の劣化およびエネルギー損失を低減できる。

【0277】CTPを裏電極基板として用いる場合、裏電極基板面に占める導電体部分の面積が実効的な画素電極面となるため、導体部の占有面積は大きいほど好ましい。実際のCTP作製上導体部の占有面積には限界があるため、導線が比較的細い場合でも画素電極面積を大きくするため、CTPの反射面側に画素電極を形成することが好ましい。

【0278】すなわち、CTPの表面に金属膜または透明電極膜を形成した後、画素形状にパターンニングすればよい。画素電極として反射率の高い銀膜やアルミニウム膜を用いた場合は反射層としての作用も合わせ持つ。一方、透明画素電極の場合、その上全面に誘電体多層膜反射層を形成することにより高い反射率と耐久性が達成される。

【0279】（参考例11）実施例1の反射型液晶表示素子の代わりに、図11に示すような反射型液晶光学素子を用いる。裏電極基板である集光鏡基板533は、球面に近い楕円面を有するガラスで、その平面側に微細な凹凸が形成され、その上に透明電極536が形成されている。その楕円面側にはRGB各波長域に対応した誘電体多層膜ミラー537が形成されている。その分光特性は実施例1と同様である。

【0280】表電極基板531は実施例1、2と同じく、ガラス基板の一面に正規反射光を低減し透過光を極端に低減しない程度の微細な凹凸が形成された面の上にITO透明電極535が形成されたものを用いた。この裏電極基板533と表電極基板531の周辺部をシール材でシールしてRGB三個のセル形状対角3インチの反射型セルを作製し、液晶と光硬化性樹脂との相溶物を注入露光して液晶固化物複合体を形成し、反射型液晶光学素子とする。

【0281】このようにして作製した反射型液晶光学素子を、実施例1と同じ投射型装置に組み入れ、照明装置として用いる。その結果、光源系と投射系の二種の開口絞りを可変にし、三個の反射型液晶光学素子への印加電圧を調整することにより、消光比1000:1以上であり、高速でフルカラーの調光が可能な小型の照明装置が得られる。

#### 【0282】

【発明の効果】本発明の投射型カラー液晶光学装置では、表電極基板と裏電極基板との間に挟持される液晶材料として、電気的に散乱状態と透過状態とを制御し得る液晶固化物複合体を挟持した反射型の液晶光学素子を用いているため、偏光板が不要であり、従来のTN型液晶光学素子に比して、透過時の光の透過率を大幅に向上で

き、明るい投射画像が得られる。

【0283】本発明で用いている反射型液晶光学素子は、電圧の印加状態を変えることにより、高い散乱性と高い透過性とを制御可能なものであり、透過型で用いるよりも基板間隔が狭くてよいため、低電圧で駆動でき、従来のTN型液晶光学素子用の駆動用ICを用いた駆動においても、高コントラスト比を有し、かつ高輝度の表示が可能になる。

【0284】特に、本発明では裏電極基板の反射膜として誘電体多層膜による反射膜を用いているため、基板界面材料との反応による光学的鏡面の劣化といった問題も生じにくく、反射率の高い光吸収のない平坦な鏡面が得られやすい。また、導電性がないので、配線電極との短絡といった問題もない。

【0285】さらに、多層膜の構成によって選択反射性を付与することができる。このため、吸収のない反射型カラーフィルタとして機能させることが可能である。これにより、薄い基板間隔が可能であり、それにより低電圧駆動可能という利点を生かしつつ、明るく、コントラスト比のよい投射表示を得ることができる。

【0286】また、反射型素子における表電極基板の液晶固化物複合体層と接する透明電極面に微細な凹凸を形成し正規反射を低減しているため、液晶固化物複合体層が散乱状態の時の投射像への界面反射光の重畳が低減され、高コントラスト投射が実現できる。

【0287】また、本発明で用いている反射型の液晶光学素子は、偏光板を用いなくてもよいので、光学特性の波長依存性が少なく、光源の色補正等がほとんど不要になるという利点も有する。また、TN液晶光学素子に必須のラビング等の配向処理やそれに伴う静電気の発生による能動素子の破壊という問題も避けられるので、液晶光学素子の製造歩留りを大幅に向上させることができる。

【0288】さらに、この液晶固化物複合体は、硬化後はフィルム状になっているので、基板の加圧による基板間短絡やスペーサの移動による能動素子の破壊という問題も生じにくい。

【0289】また、この液晶固化物複合体は、比抵抗が従来のTN液晶光学素子の場合と同等であり、従来のDSM液晶光学素子のように大きな蓄積容量を画素電極毎に設けなくてもよく、能動素子の設計が容易で、有効画素電極面積の割合を大きくしやすく、かつ、液晶光学素子の消費電力を少なく保つことができる。

【0290】さらに、TN液晶光学素子の製造工程から、配向膜形成工程を除くだけで製造が可能になるので、生産が容易である。また、この液晶固化物複合体を用いた液晶光学素子は、応答時間が短いという特長もあり、動画の表示も容易である。さらに、この液晶光学素子の電気光学特性（V-Tカーブ）は、TN液晶光学素子に比して比較的なだらかな特性であるので、階調表示

への適用も容易である。

【0291】また、本発明に用いる液晶光学素子は、固化物マトリクスの屈折率を使用する液晶の $n_o$ とほぼ一致するようにすることにより、電圧を印加しない部分では光が散乱されるため、画素以外の部分を遮光膜により厳密に遮光しなくても投射時に光の漏れが少なく、隣接画素間の間隙を遮光しなくとも支障ない。

【0292】このため、特に、能動素子として多結晶Siによる能動素子を用いることにより、能動素子部分に遮光膜なしまたは簡略な遮光膜を設けるのみで、高輝度の投射用光源を用いることができ、高輝度の投射型液晶光学装置を容易に得ることができる。さらにこの場合には遮光膜を全く設けなくてもよい、または簡略な遮光膜のみでよいことになり、さらに生産工程を簡便化できる。ただし、反射型表示素子への入射光強度が非常に大きな場合には、相対的に能動素子の遮光対策が必須となる。

【0293】また、色分離合成用のダイクロイックミラーが二種二個の平板型ダイクロイックミラーからなり、光学系における光軸とダイクロイックミラー面の法線とのなす角度 $\alpha$ が $20^\circ \sim 35^\circ$ となるように二個のダイクロイックミラーを交差させることなく順次配置し、二種のダイクロイックミラー面のなす角度 $\beta$ が $40^\circ \sim 70^\circ$ となるように配置しているため、ダイクロイックミラーの色分離合成の分光特性が優れている。その結果、色純度の高いフルカラー投射光が得られるとともに、色分離合成系が小型化された。

【0294】上述した各構成要素の配置構成によって、光源系と色分離合成系と反射型液晶表示素子とからなる光学系が小型化され得る。

【0295】また、反射型液晶光学素子によって反射された光が集光され、楕円鏡の第2焦点位置の開口と共役な像を生成する位置に、その開口像の大きさに対応した絞りを有する投射レンズを用いることにより、投射型液晶光学装置全体の小型化が達成される。

【0296】さらに、光源系の絞りと投射系の絞りを連動してその開口部を可変とすることによって、投射像のコントラスト比および明るさが調整でき、周囲環境の明るさに応じた視認性の高い表示が可能となる。

【0297】また、二種のダイクロイックミラーはその面内位置の光入射角の相違に対応した分光透過率の相違を低減するようにダイクロイックミラー面内の分光透過率が面内位置で異なるように分布を有し、また、投射用光源系において楕円鏡の第2焦点位置に配置された開口絞り近傍に錐体状プリズムまたは錐体状反射体が配置されているため、スクリーン投射光の面内光強度分布および色分布の均一性が優れた投射型液晶光学が得られる。

【0298】また、反射型液晶光学素子の裏面電極基板として片面に反射膜が形成されたCTPを用いることにより、画像情報に対応した電圧印加が容易となる。特

に、CRTを電化像供給手段とする反射型液晶光学素子に有効である。

【0299】また、本発明の反射型液晶表示素子の裏電極基板は、基板上に複数の行配線と、複数の列配線と、その交点近傍に能動素子が設けられ、その上全面に誘電体多層膜ミラーが形成され、さらにその上に画素表示用の透明電極がバタニング形成され、誘電体多層膜ミラー層に形成されたコンタクトホールを通して画素透明電極が能動素子に導通される構成となっている。

10 【0300】その結果、能動素子および裏面電極基板材料と画素構成との密接な関係がなくなるため、素子構成の選択自由度が増すとともに、大きな開口率を達成できる。そのため、さらに明るい投射像が得られる。

【0301】本発明は、この外、本発明の効果を損ない範囲内で種々の応用ができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の投射型カラー液晶光学装置の構成を示す平面図。

20 【図2】本発明の投射型カラー液晶光学装置（構成要素の一部を省略している）の構成を示す側面図。

【図3】本発明の錐体状プリズムを用いた光源系の構成の一例を示す断面図。

【図4】本発明の錐体状反射体を用いた光源系の構成の一例を示す断面図。

【図5】本発明の反射性裏電極を備えた液晶光学素子の一例を示す断面図。

【図6】本発明の裏基板の裏面に反射面が備えられた液晶光学素子の断面図。

30 【図7】本発明の反射機能層を備えた反射手段と液晶光学素子とが空間を隔てて配置された一例を示す断面図。

【図8】界面反射低減の第1手段（凹凸面）を設けた本発明の液晶光学素子の断面図。

【図9】界面反射低減の第2手段（反射防止膜）を設けた本発明の液晶光学素子の断面図。

【図10】界面反射低減の第3手段（傾き）を設けた本発明の液晶光学素子の断面図。

【図11】本発明の裏基板に集光鏡を設けた液晶光学素子の断面図。

40 【図12】空間的に隔てて配置されて集光性反射手段と液晶光学素子とが組み合わされた本発明の一例を示す断面図。

【図13】能動素子と遮光膜との間に反射膜が設けられた本発明の液晶光学素子の一例を示す断面図。

【図14】光導電層と反射膜が設けられた本発明の液晶光学素子の一例を示す断面図。

【図15】裏電極基板として片面に誘電体多層膜ミラーが形成されたCTPを用いた液晶光学素子の一例を示す断面図。

50 【図16】裏電極基板として片面に誘電体多層膜ミラーが形成されたCTPを用い、能動素子基板とバンプ・ボ

ンドで接合された液晶光学素子の一例を示す断面図。

【図 17】裏電極基板として片面に誘電体多層膜ミラーが形成された CTP を用い、CRT で電化像を供給する液晶光学素子の一例を示す断面図。

【図 18】ダイクロイックプリズムを用いた投射型液晶光学装置の従来例を示す平面図。

【図 19】ダイクロイックプリズムを用いた投射型液晶光学装置の従来例を示す側面図。

【図 20】交差型平板ダイクロイックミラーを用いた投射型液晶光学装置の従来例を示す平面図。

【図 21】交差型平板ダイクロイックミラーを用いた投射型液晶光学装置の従来例を示す側面図。

【図 22】粘弾性体の変形を利用した反射型表示素子と順次配置型平板ダイクロイックミラーとを用いた投射型液晶光学装置の従来例 1 を示す平面図。

【図 23】粘弾性体の変形を利用した反射型表示素子と順次配置型平板ダイクロイックミラーとを用いた投射型液晶光学装置の従来例 2 を示す平面図。

【図 24】粘弾性体の変形を利用した反射型表示素子と順次配置型平板ダイクロイックミラーとを用いた投射型

液晶光学装置の従来例 3 を示す平面図。

【図 25】楕円鏡と球面鏡とが組み合わされ、さらに錐体状プリズムが用いられた本発明の光源系の構成の一例を示す断面図。

【図 26】能動素子の画素電極が誘電体多層膜ミラー上の透明画素電極とコンタクトホールを介して導通された本発明の二重電極構造を示す断面図。

【図 27】本発明の投射型カラー液晶光学装置の一例を

模式的に示す斜視図。

【図 28】本発明のブラックマトリクス・オン/TFT (第 3 の電極構造) の平面図。

【図 29】本発明のブラックマトリクス・オン/TFT (第 3 の電極構造) の断面図。

【図 30】本発明の投射型カラー液晶光学装置の一例の平面図。

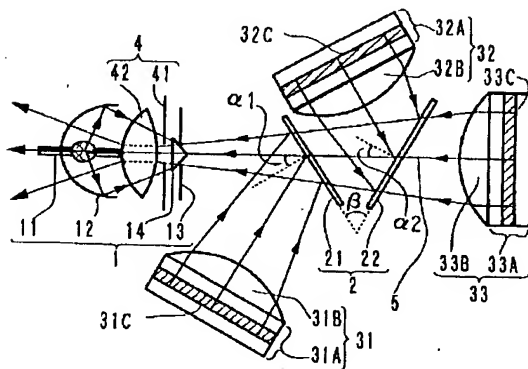
【図 31】TFT 駆動の DSM 液晶表示素子とダイクロイックプリズムブロックを用いた投射型液晶光学装置の従来例を示す平面図。

【図 32】本発明の投射型カラー液晶光学装置の反射機能層の前後での光路を模式的に示した斜視図。

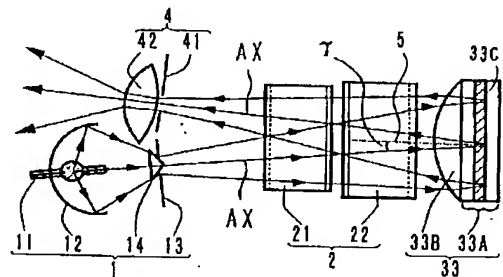
【符号の説明】

- 1 : 光源系
- 2 : 色分離合成光学系
- 4 : 投射光学系
- 4 2 : 投射レンズ
- 5 : 中心光軸
- 1 1 : 光源
- 1 2 : 楕円鏡
- 1 3 : 開口絞り
- 1 4 : 錐体状プリズム
- 1 5 a、1 5 b : 錐体状反射体
- 2 1、2 2 : ダイクロイックミラー
- 3 1、3 2、3 3 : 反射型液晶光学素子ブロック
- 3 1 A、3 2 A、3 3 A : 反射型液晶光学素子
- 3 1 B、3 2 B、3 3 B : 集光レンズ
- 4 1 : 第 2 の開口絞り

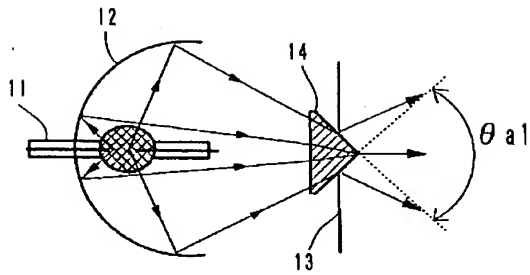
【図 1】



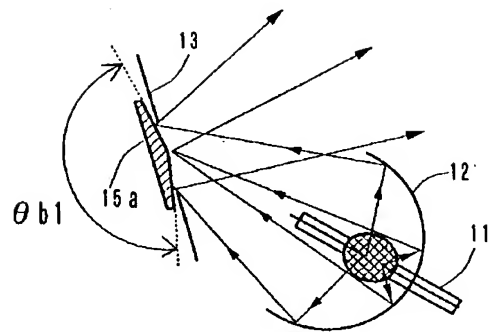
【図 2】



【図3】

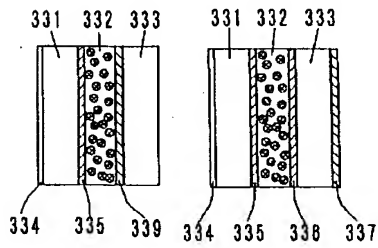


【図4】



【図5】

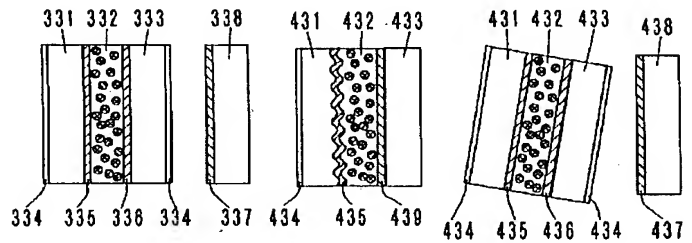
【図6】



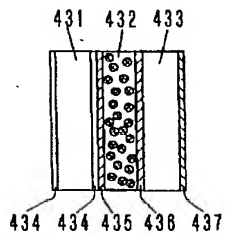
【図7】

【図8】

【図10】



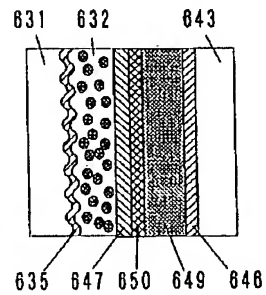
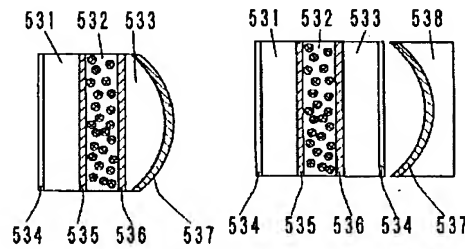
【図9】



【図11】

【図12】

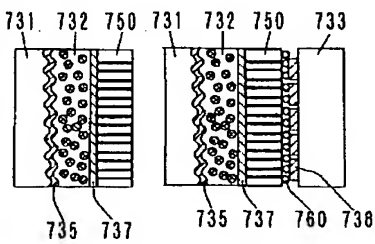
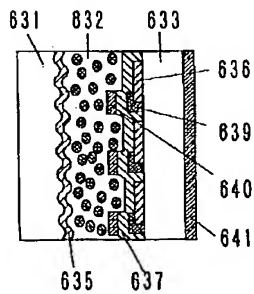
【図14】



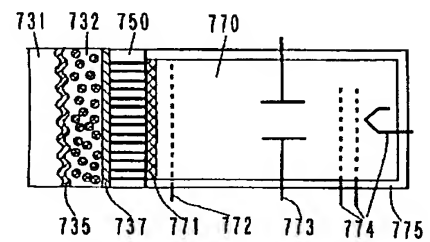
【図13】

【図15】

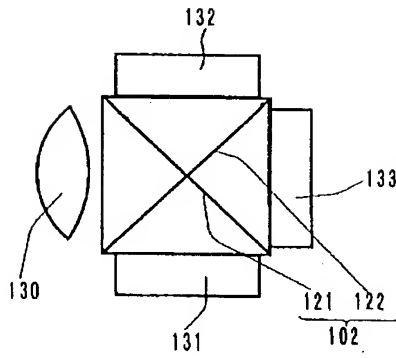
【図16】



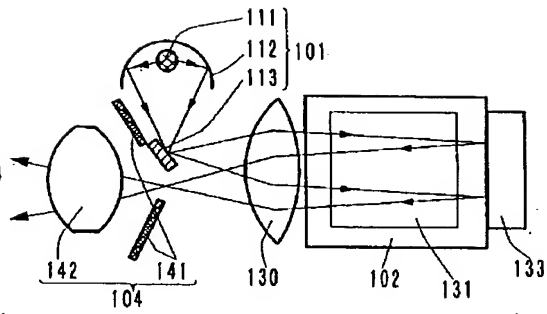
【図17】



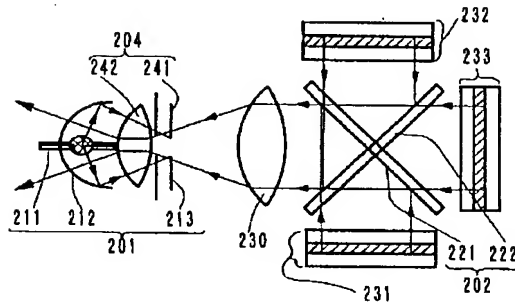
【図18】



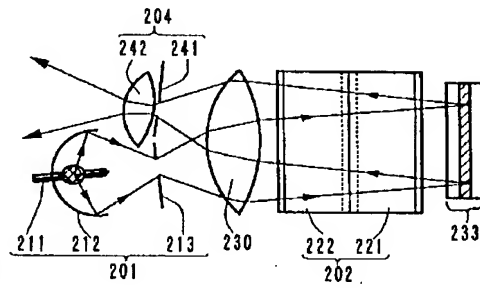
【図19】



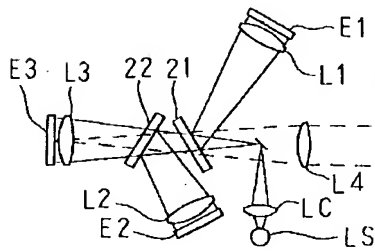
【図20】



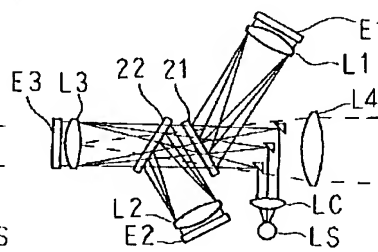
【図21】



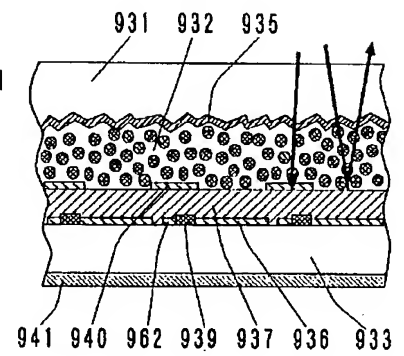
【図22】



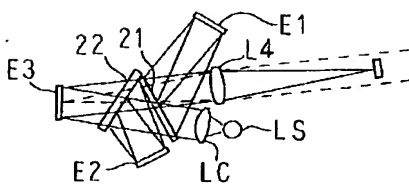
【図23】



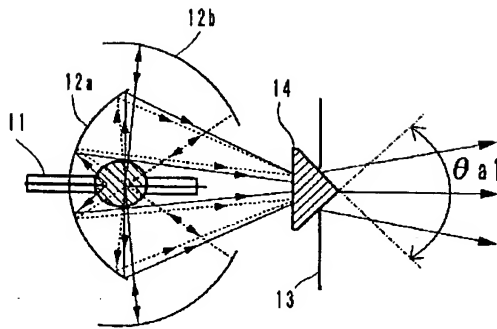
【図29】



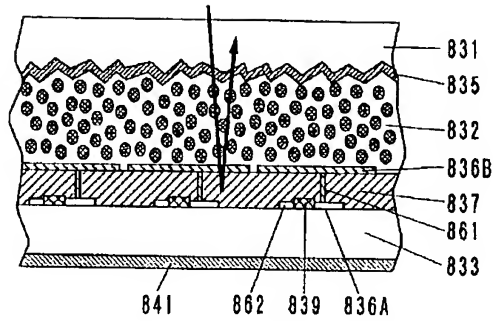
【図24】



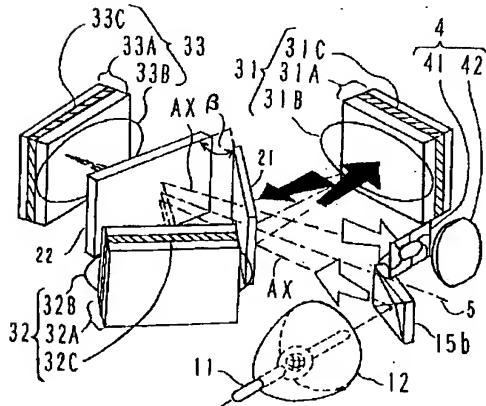
【図25】



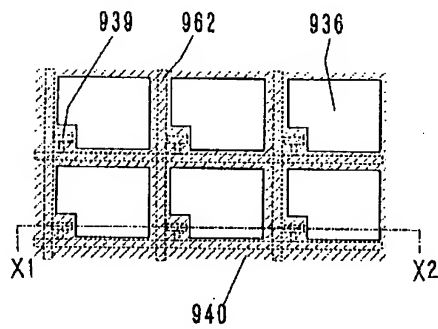
【図26】



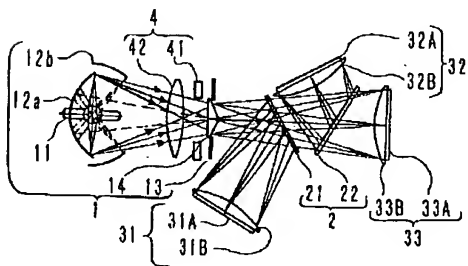
【図27】



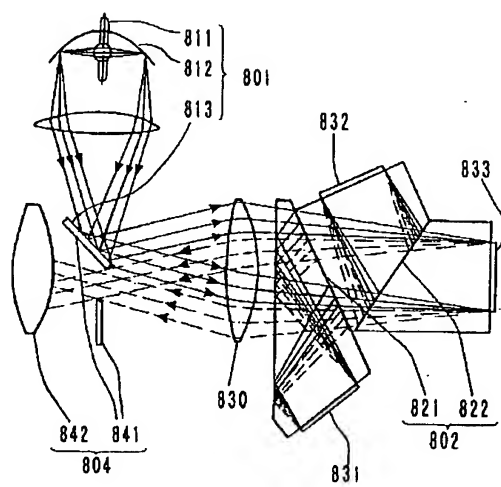
【図28】



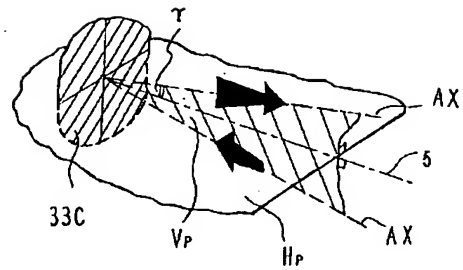
【図30】



【図31】



【図 32】




---

フロントページの続き

(72)発明者 芹澤 成幸  
 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 2 号 旭  
 硝子株式会社内  
 (72)発明者 尊田 嘉之  
 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地  
 旭硝子株式会社中央研究所内

(72)発明者 樺田 昌也  
 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町松原1160番  
 地 エイ・ジー・テクノロジー株式会社内  
 (72)発明者 平井 良典  
 神奈川県横浜市神奈川区羽沢町1150番地  
 旭硝子株式会社中央研究所内



\* NOTICES \*

JPO and NCIPJ are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is projection mold electrochromatic display optical equipment with which a light source system, color separation composition optical system, the light modulation means, and the incident light study system were prepared. Color separation composition optical system is equipped with the 1st color separation composition means and the 2nd color separation composition means. For a light modulation means Three condensing means, three liquid crystal optical elements, and three reflex function layers are prepared. A front substrate with a transparence table electrode in a liquid crystal optical element, Distributed maintenance of the nematic liquid crystal is carried out between flesh-side substrates with a flesh-side electrode at a solidification object matrix. The refractive index of the refractive index of a solidification object matrix and a nematic liquid crystal is made mostly in agreement by the time of either at the time of impression of an electrical potential difference, and un-impressing. The liquid crystal solidification object complex layer which operates in transparency dispersion mode is pinched. To color separation composition optical system it is arranged in the range whose include angle beta which two color separation composition means make on a certain horizontal plane is 40 degrees - 70 degrees, and an incident light study system receives said horizontal plane -- on a vertical plane mostly The light by which has been arranged so that the optical axis from a light source system to an incident light study system may instigate and projection may be formed, and outgoing radiation (caudad) was carried out to the slanting upper part from the light source It is made to go on via color separation composition optical system and a light modulation means in accordance with an optical axis. The 1st color separation composition means is formed in the range whose alpha 1 is 20 degrees - 35 degrees whenever [ over an optical axis / incident angle ]. Moreover, the 2nd color separation composition means is formed in the range whose alpha 2 is 20 degrees - 35 degrees whenever [ over an optical axis / incident angle ]. A color separation composition means is made to separate light into three colored light, and it is condensed by the condensing means corresponding to each colored light. Are made to become irregular by the liquid crystal optical element corresponding to each colored light, and it is reflected so that gamma may become 1 degree - 20 degrees whenever [ incident angle ] by the reflex function layer corresponding to each colored light. Projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by being condensed by the condensing means corresponding to each colored light, and for color composition being carried out by the color separation composition optical means, and carrying out incidence to an incident light study system.

[Claim 2] Projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by having been cheated [ whenever / incident angle ] out of alpha 2 almost equally whenever [ alpha 1 and incident angle ], and considering as the range whose gamma is 2 degrees - 10 degrees whenever [ incident angle ] in the projection mold electrochromatic display optical equipment of claim 1.

[Claim 3] It is projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by setting to the projection mold electrochromatic display optical equipment of claims 1 or 2, and being made to attach or come to install a condensing means near the front face of three liquid crystal optical

elements, respectively.

[Claim 4] It is projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to prepare three reflex function layers in three liquid crystal optical elements in the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-3, respectively.

[Claim 5] In the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-4 Three condensing means are arranged, respectively between three liquid crystal optical elements and any one of the 1st color separation composition means or the 2nd color separation composition means. It is projection mold electrochromatic display optical equipment which a charge transfer plate (CPT) is used as a flesh-side substrate, and is characterized by coming to arrange said reflex function layer between CPT and a liquid crystal solidification object complex layer.

[Claim 6] It is projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by a light source system consisting of an ellipse mirror, the light source, and an aperture diaphragm in the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-5, and the light-emitting part of the light source being arranged near the 1st focus of an ellipse mirror, and an aperture diaphragm being arranged so that opening of an aperture diaphragm may be located near the 2nd focus of an ellipse mirror, and coming to arrange cone-like prism or a cone-like reflector near the opening.

[Claim 7] In the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-6, as for a front substrate, a transparent electrode is formed on a transparence insulation substrate. To a flesh-side substrate An active element is prepared near the intersection of two or more line wiring, two or more train wiring, and said line wiring and said train wiring. The projection mold color liquid crystal display characterized by coming to use the transparent electrode which the dielectric multilayer reflecting mirror was formed so that a part or all of said line wiring, said train wiring, and said active element might be covered, and was further formed on said dielectric multilayer reflecting mirror layer as a flesh-side electrode for a pixel display.

[Claim 8] In the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-7, a transparent electrode is formed on a transparence insulation substrate at a front substrate. To a flesh-side substrate The active element which drives a pixel electrode near the intersection of two or more line wiring, two or more train wiring, and said line wiring and said train wiring is prepared, and the 3rd electrode is prepared further. Said 3rd electrode A part or all of said line wiring, said train wiring, and said active element A wrap and/ Or it is the projection mold color liquid crystal display which is arranged so that the gap of an adjoining pixel electrode may be covered mostly, and is characterized by making electric potential between said 3rd electrode and front electrodes below into the threshold of a liquid crystal solidification object complex layer.

[Claim 9] It is the projection mold color liquid crystal display characterized by coming to have the function to compensate the difference of the part light transmission property according [ on the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-8, and ] to whenever [ according / either at least / to location on the optical surface incident angle / of a color separation composition means ].

[Claim 10] Projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to use the dielectric multilayer reflecting mirror to which a high translucency dielectric thin film and a high refractive index were made the reflex function layer for the refractive index, and the laminating of the low translucency dielectric thin film was carried out by turns relatively in the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-9.

[Claim 11] Projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to form detailed irregularity in the interface of a front substrate, and the front face of a transparent electrode side in the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-10.

[Claim 12] Projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to have the wavelength selection reflexivity which compensates a reflex function layer for the color

purity of a color separation composition means in the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-11.

[Claim 13] Projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to have the wavelength selection absorptivity which compensates any one of a condensing means, a reflex function layer, and the liquid crystal optical elements for the color purity of a color separation composition means in the projection mold electrochromatic display optical equipment of any 1 term of claims 1-12.

[Claim 14] The reflector formed between CPT and liquid crystal solidification object complex in the projection mold electrochromatic display optical equipment of claim 5 is projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by having the electrode divided into the pixel.

[Claim 15] Projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by preparing the 2nd aperture diaphragm in the location where the optical conjugate image of opening of the aperture diaphragm arranged near the 2nd focus of an ellipse mirror is generated in the projection mold electrochromatic display optical equipment of claim 6.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the projection mold electrochromatic display optical equipment which uses a light source system, color separation composition optical system (two dichroic mirrors), three high-reflective-liquid-crystal optical elements, and incident light study systems as a component.

[0002]

[Description of the Prior Art] In DSM, although the liquid crystal optical element which used the liquid crystal of a dynamic scattering mold (DSM) was also proposed, since a liquid crystal optical element has the high current value which flows the inside of liquid crystal, there is a fault that the consumed electric current is large, what uses twist nematic mold (TN) liquid crystal in current has become in use, and it has appeared in the commercial scene as a pocket TV at the beginning. In TN liquid crystal, since the leakage current is very small and there is little power consumption, it is suitable for the application which uses a cell as a power source. However, in order to use a polarizing plate, there is a fault to which a display becomes dark.

[0003] Furthermore, distributed maintenance of the nematic liquid crystal is carried out into a solidification object matrix, and the transparency dispersion mold liquid crystal optical element which comes to \*\*\*\* the liquid crystal solidification object complex it was made mostly in agreement [ complex ] with the refractive index of the liquid crystal which the refractive index of the solidification object matrix uses in one at the time of impression of an electrical potential difference or un-impressing of conditions attracts attention in recent years. Since a polarizing plate is not used for this transparency dispersion mold liquid crystal optical element, it has the advantage that a bright display is possible. For this reason, if it is especially used for projection mold optical equipment, since a bright projection image will be obtained, attention is attracted.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] since light goes and comes back to the light modulation stratum functionale compared with the case where it uses as a transparency mold component when forming a light reflex layer in one side of a component and using this transparency dispersion mold liquid crystal optical element as a reflective mold component -- as operation length -- two times -- it is large and, as a result, the scattering power at the time of dispersion serves as a high component. Therefore, when this transparency dispersion mold liquid crystal optical element is used as reflective mold optical equipment, the difference of a transparency condition and a dispersion condition arises notably, and a high contrast display can be attained compared with the case where it is transparency mold optical equipment.

[0005] Moreover, since the good full color projection of the color projection mold liquid-crystal optical equipment using three high-reflective-liquid-crystal optical elements which modulate each colored light after carrying out color separation of color projection mold liquid crystal optical

equipment using this transparency dispersion mold liquid crystal optical element as a reflective mold component, especially the source of the white light to three colors of (Blue B), green (G), and red (R) is attained by adjusting the light-scattering nature of a high-reflective-liquid-crystal optical element, it is useful.

[0006] Furthermore, it consists of pixel electrodes with which the electrode of a flesh-side electrode substrate was divided, and the full color projection mold display using the reflective mold liquid crystal display component which drives each pixel electrode by active elements, such as TFT prepared for every pixel, is proposed. When an active element and storage capacitance are formed for every pixel, while reduction of the pixel numerical aperture accompanying storage capacitance formation is lost and a high numerical aperture is easy to be obtained by making it a reflective mold compared with a transparency mold, generally the design degree of freedom of active elements, such as TFT, increases.

[0007] Conventionally, as for color projection mold liquid crystal optical equipment using the transparency dispersion mold liquid crystal optical element as a reflective mold component, the projection mold liquid crystal display using the single reflective mold display device in which the color filter of blue, green, and red was formed in the shape of a mosaic is indicated by for example, the Patent Publication Showa No. 502286 [ 61 to ] official report. However, after carrying out color separation of the source of the white light to three colors of BGR at this, the color projection method using three reflective mold optical elements which modulate each colored light is not explained at all.

[0008] Moreover, about the color projection mold liquid crystal display using three reflective mold optical elements which modulate each colored light after carrying out color separation of the source of the white light to three colors of BGR, the configuration of the optical system is indicated in Figs. 5 or 1 of JP,4-232917,A of JP,4-142528,A, using a transparency dispersion mold liquid crystal optical element as a reflective mold component. By these well-known examples, after each carries out parallel Guanghua of the emission light by which outgoing radiation was carried out from the light source system with the convex lens of a piece, using an ellipse mirror as a converging mirror of a light source system, incidence is carried out to the reflective mold component of three transparency dispersion mold liquid crystal optical elements.

[0009] Here, the dichroic prism which crosses at 45 degrees mutually as a color separation composition system is arranged between the convex lens for the formation of Yukimitsu Taira, and a reflective mold component, and is used. This conventional example is shown in drawing 18 and drawing 19. The top view of optical system where drawing 18 omitted the light source system and the projector lens, and drawing 19 are the whole side elevation. Consequently, projector lens 142 Convex lens 130 for the formation of Yukimitsu Taira And light source system 101 Convex lens 130 for the formation of Yukimitsu Taira Space was needed in between and increase of the volume of a color projection mold liquid crystal display has been caused.

[0010] Moreover, conventionally, as compared with the monotonous mold dichroic mirror generally used in the color projection mold liquid crystal display using a transparency mold liquid crystal optical element, optical adjustment was easy for the dichroic prism, and while there was the advantage which the optical path length can shorten, and weight increased, there was a problem of becoming expensive.

[0011] Furthermore, high-reflective-liquid-crystal optical elements 131, 132, and 133 Incident light and the reflected light are the color separation composition system 102, in order to have a certain include angle to the reflector of the high-reflective-liquid-crystal optical element instead of the same optical axis, and to use light without a loss [ \*\*\*\* ] corresponding to the measuring area of a high-reflective-liquid-crystal optical element, since it reflects, incidence. And convex lens 130 for the formation of Yukimitsu Taira Measuring area needed a big area compared with the reflector of a high-reflective-liquid-crystal optical element, and has caused increase of the volume and weight.

[0012] Furthermore, convex lens 130 for the formation of common Yukimitsu It is a projector lens

142 to three colors of BGR. Since an image formation operation was influenced, when it considered as a projection mold display, in order to reduce chromatic aberration, it needed to consider as the complicated configuration which combined two or more sorts of lenses. A configuration as, on the other hand, shows a monotonous mold dichroic mirror to drawing 20 which intersected 45 degrees mutually, and drawing 21 instead of the dichroic prism which crosses at 45 degrees mutually as a color separation composition system is also considered.

[0013] Drawing 20 is a top view and drawing 21 is a side elevation. However, it sets in a side elevation and is a dichroic mirror 202. The illustration of a high-reflective-liquid-crystal optical element to the light by which reflective separation was carried out was omitted. In this case, although lightweight-izing and a cost cut can be aimed at compared with the case where a dichroic prism is used, it is a dichroic mirror 202. The problem of being easy to be projected on the shade for an intersection on a screen arises. This poses a serious problem as a cause of degradation of the display grace as a projection mold display.

[0014] Moreover, in the color projection mold liquid crystal display using the conventional transparency mold liquid crystal optical element, since two sorts of dichroic mirrors were generally respectively used for the color separation system and the color composition system, there was a degree of freedom which can adjust the color purity of three colors of BGR with a total of four dichroic mirrors. However, in the case of the color projection mold liquid crystal display using a high-reflective-liquid-crystal optical element, as shown in drawing 18 - drawing 21, two sorts of dichroic mirrors must adjust the color purity of three colors of BGR. Under such constraint, when color rendering properties and the source of the white light where luminous efficiency is high, for example, a metal halide lamp, a xenon lamp, a halogen lamp, etc. are used as the light source for projection, the color purity which was excellent in three colors of BGR cannot be attained.

[0015] The reflective mold display device which used the viscoelastic body instead of liquid crystal solidification object complex as a light modulation ingredient is SPIE. It is indicated by VOL.1255, and "Large-Screen Projection Display (1990), page 69-78" (large screen projection display). By the active element formed for every pixel electrode, an electrical potential difference is impressed to a viscoelastic body, it is generated according to the applied voltage, a viscoelastic body reflecting surface deforms the reflective mold display device, and a diffraction grating is formed. If incident light is irradiated there, the diffracted light will arise.

[0016] Here, the Dark Field schlieren optical system using the schlieren stop or schlieren rod which intercepts the non-diffracted light for the high projection image display of a contrast ratio is used. Unlike the case where liquid crystal solidification object complex is used as a transparency dispersion mold display device, since the time of electrical-potential-difference un-impressing is in a transparence condition (condition of not diffracting), in order to consider electrical-potential-difference the condition of not impressing as a black level display, the Dark Field schlieren optical system will be used for this.

[0017] Three sorts of optical system currently explained to drawing 22 - drawing 24 by the above-mentioned reference was described. It is the case where drawing 24 used the condenser lens for the light source and projection side for the case where, as for drawing 23, a schlieren rod is used considering the case where, as for drawing 22, a schlieren stop is used as a non-diffracted-light removal system, as a non-diffracted-light removal system, using a schlieren stop as a non-diffracted-light removal system, and the incident light to the dichroic mirror for color separation composition is made into Yukimitsu Taira. Here, the light source LS, light source condenser lens LC, dichroic mirrors 21 and 22, lenses L1, L2, and L3, the light modulation display devices E1, E2, and E3, a projector lens L4, etc. are shown.

[0018] In these cases, at the time of electrical-potential-difference un-impressing, it does not deform, but all the zero-order diffracted lights (non-diffracted light) are intercepted with a schlieren stop or a schlieren rod, and a viscoelastic body is not projected on light by the screen. Therefore, while the black level of an image can be controlled to a low value, unless \*\* level has enough

diffraction reinforcement, it cannot serve as a bright projection image. Moreover, since incident light is a diffracted-light component, when directivity is irregular and the optical path length who results in a projector lens is long, the quantity of light on which light dissipates in an intermediate optical path and it is projected by the screen falls. Furthermore, in order to condense the diffracted light efficiently on a screen, a projector lens with big aperture is needed.

[0019] Therefore, according to the Dark Field schlieren optical system used in the reflective mold display device using a viscoelastic body, in order to make into incident light the diffracted light by which directivity was disturbed, by the usual optical system, there was much light kicked with the aperture of the light and the projector lens which will dissipate by the time it results in a projector lens, and there was a problem that the light which reaches a screen will decrease. Moreover, in order to reduce such quantity of light loss, the projector lens of a large-sized color separation composition system (dichroic mirror) and the diameter of macrostomia would be needed, enlargement of the whole equipment will be needed, and productivity will get worse.

[0020] By reference, although the advantage and demerit are explained about three sorts of optical system of drawing 22 - drawing 24 , all connote such a problem and what kind of gestalt finally is desirable has not concluded them. For this reason, in projection mold electrochromatic display optical equipment using the transparency dispersion mold liquid crystal optical element as a high-reflective-liquid-crystal optical element, it was small and lightweight and what has the high color purity of a color was desired.

[0021] Moreover, the reference by JIE I GYUNSA and others (J. E.Gunther), "High Visibility Color Projection Display (final technical report), HAC reference number In F2317 (1986)" (yes, - visibility color projection display) The projection mold display using the prism block (combination structure of three prism) as color separation composition optical system is indicated, using the reflective mold liquid crystal display component which used single crystal silicon as the active element, and made DSM liquid crystal the light modulation means three sheets (refer to drawing 31 ).

[0022] In this case, since the optical incident angle to a dichroic mirror side is 45 degrees or less, as compared with the dichroic mirror of 45-degree incidence, and a dichroic prism, the color purity of incident light will become [ the sharpness of color separation and composition ] high therefore high. However, three prism is needed and the optical path length of a condenser lens and a display device becomes long compared with 45-degree incidence crossover color separation composition system shown in drawing 18 - drawing 21 .

[0023] Generally, since sources of the white light, such as luminescence brightness and a long metal halide lamp of a luminescence life, a xenon lamp, and a halogen lamp, are not the perfect point light sources, even if they condense with the lens of the light source system illustrated, they cannot be completely condensed easily by one point. Moreover, even if it forms into Yukimitsu Taira with a lens light emitted from the reflecting plate, it does not become directive Yukimitsu Taira who gathered. Thus, when the incident light to a liquid crystal display component is not perfect Yukimitsu Taira, the light which dissipates from a prism side face, or the light which total reflection is carried out on a prism side face, and turns into a directive disordered light and carries out incidence to a liquid crystal display component increases while carrying out incidence to a liquid crystal display component.

[0024] It is reflected in the reflector of a liquid crystal display component, and prism is passed, a part of normal reflected light on which it should be projected essentially will dissipate from a prism side face also about the light on which it should finally be projected, or total reflection is carried out on a prism side face, and it may stop moreover, being able to carry out incidence to a projector lens. Furthermore, the disordered incident light of the above-mentioned directivity will generate the light which carries out incidence to a projector lens, when a liquid crystal display component is in a dispersion condition, although it does not contribute to the brightness of incident light in order to carry out normal reflection and not to carry out incidence to a projector lens, when a liquid crystal display component is in a transparence condition, therefore it will make dark level increase.

[0025] Consequently, a contrast ratio is made to deteriorate while reducing the brightness of incident light. Since this has a large area of a prism side face, when a liquid crystal display component is in a dispersion condition, it originates in the rate that total reflection of the scattered light is carried out on a prism side face, and it stays at the interior of prism increasing.

[0026] Therefore, since it will be necessary to prepare sufficiently big prism for making it discover a desired property as compared with the screen of a liquid crystal display component even when the practical light source is used, the weight of the whole equipment increases fairly. Moreover, in order to carry out total reflection of the light which carries out incidence to the liquid crystal display component for Red (red) in respect of the back prism by which color separation was carried out in respect of the dichroic mirror, it needs to make the incident light to prism Yukimitsu Taira. Consequently, the projection lens system containing a common Yukimitsu-sized lens became large-sized, and there was a problem that the volume of the whole equipment will increase.

[0027] Furthermore, since it differs from the incident angle of the incident light to a liquid crystal display component, and the incident angle of the reflected light in a liquid crystal display component to the dichroic mirror side shown in drawing 31, the spectral characteristics of the dichroic mirror in the same dichroic mirror side location may differ, consequently it may become the decline in efficiency for light utilization, and the cause of generating of the stray light.

[0028] Moreover, in JP,4-113344,A, it has the light source, an ellipse mirror, a diaphragm, and a lens for condensing as a light source system. Arrange the light source for an ellipse mirror as a converging mirror in the 1st focal location of Perilla frutescens (L.) Britton var. crispa (Thunb.) Decne., and the light from the light source is condensed in the 2nd focal location. Condense the light which passed opening of the diaphragm arranged in the 2nd focal location with a condenser lens, and incidence is carried out to a transparency dispersion mold display device. The light which carried out outgoing radiation from the transparency dispersion mold display device is made to condense, and the projection mold display characterized by preparing the incident light study system which has arranged the diaphragm of the 2nd which has opening in the focal location is indicated. Moreover, there is a publication about the configuration at the time of using a reflective mold liquid crystal display component.

[0029] Moreover, the example about the reflective mold display which combined the above-mentioned projection mold display, the color separation composition system, and the transparency dispersion mold display device of three sheets with JP,4-142528,A and JP,4-305637,A is indicated.

[0030]

[Means for Solving the Problem] This invention makes and is [ that the above-mentioned technical problem should be solved ] small and lightweight, and color purity offers high projection mold electrochromatic display optical equipment.

[0031] First, the liquid crystal optical element of three reflective molds which have arranged the fundamental configuration of this invention in the shape of  $\Delta$  (delta) at the include angle of about 60 degrees in the horizontal plane (one specific flat surface), With the color separation composition optical system which consists of two color separation composition means (specifically monotonous mold dichroic mirror) arranged in the shape of V character by the angle of nip beta around 60 degrees, further, by the time it results [ from a light source system ] in a liquid crystal optical element and an incident light study system It is the optical arrangement to which it is reflected by the high-reflective-liquid-crystal optical element via color separation composition optical system by carrying out outgoing radiation of the light aslant towards the upper part (lower part) from a light source system, outgoing radiation is carried out in the direction of the vertical plane over said horizontal plane towards the upper part (lower part), and gate projection is carried out. The perspective view of the example of 1 embodiment of this invention is shown in drawing 27. With the configuration of drawing 27, a light source system (the light source 11, the ellipse mirror 12, and the concave cone-like reflector 15b), color separation composition optical system (dichroic mirrors 21 and 22), a light modulation means (the high-reflective-liquid-crystal optical elements 31A, 32A, and



33A are equipped with a liquid crystal macromolecule complex layer (LCPC) as electric controllable light modulation stratum functionale, respectively, and build in the reflex function layers 31C, 32C, and 33C, respectively), etc. are established. Moreover, a part of optical path in reflex function layer order is expanded, and it is shown in drawing 32. Here, the main optical axis 5 and an optical axis AX are shown, and the separated colored light advances in accordance with an optical axis AX. In addition, there is relation of  $\beta = \alpha_1 + \alpha_2$  all over these drawings (refer to drawing 1). Moreover, although two dichroic mirrors 21 and 22 are two vertical planes over a flat surface (H.P.) fundamentally, also when it inclines a little, it may be practically. Moreover, in order to contrast with the conventional example which shows the top view in an example of this invention to drawing 31, each component is made into the almost same conditions, and the further almost same scale ratio shows it to drawing 30 typically.

[0032] It is projection mold electrochromatic display optical equipment with which a light source system, color separation composition optical system, the light modulation means, and the incident light study system were prepared in this invention. Color separation composition optical system is equipped with the 1st color separation composition means and the 2nd color separation composition means. For a light modulation means Three condensing means, three liquid crystal optical elements, and three reflex function layers are prepared. A front substrate with a transparence table electrode in a liquid crystal optical element, Distributed maintenance of the nematic liquid crystal is carried out between flesh-side substrates with a flesh-side electrode at a solidification object matrix. The refractive index of the refractive index of a solidification object matrix and a nematic liquid crystal is made mostly in agreement by the time of either at the time of impression of an electrical potential difference, and un-impressing. The liquid crystal solidification object complex layer which operates in transparency dispersion mode is pinched. To color separation composition optical system it is arranged in the range whose include angle  $\beta$  which two color separation composition means make on a certain horizontal plane is 40 degrees - 70 degrees, and an incident light study system receives said horizontal plane -- on a vertical plane mostly The light by which has been arranged so that the optical axis from a light source system to an incident light study system may instigate and projection may be formed, and outgoing radiation (caudad) was carried out to the slanting upper part from the light source It is made to go on via color separation composition optical system and a light modulation means in accordance with an optical axis. The 1st color separation composition means is formed in the range whose  $\alpha_1$  is 20 degrees - 35 degrees whenever [ over an optical axis / incident angle ]. Moreover, the 2nd color separation composition means is formed in the range whose  $\alpha_2$  is 20 degrees - 35 degrees whenever [ over an optical axis / incident angle ]. A color separation composition means is made to separate light into three colored light, and it is condensed by the condensing means corresponding to each colored light. Are made to become irregular by the liquid crystal optical element corresponding to each colored light, and it is reflected so that  $\gamma$  may become 1 degree - 20 degrees whenever [ incident angle ] by the reflex function layer corresponding to each colored light. It is condensed by the condensing means corresponding to each colored light, and the 1st projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by for color composition being carried out by the color separation composition optical means, and carrying out incidence to an incident light study system is offered.

[0033] It is not necessary to say that  $\alpha_1$  and  $\alpha_2$  are always completely in agreement here. Moreover, when two monotonous mold dichroic mirrors are projected on a fixed flat surface, it is defined as the include angle made on a horizontal plane as an include angle in the cross section in the flat surface. For example, the include angle  $\beta$  which appears in the top view of drawing 1 is pointed out.

[0034] Moreover, in the 1st projection mold electrochromatic display optical equipment, the 2nd projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by having been cheated [ whenever / incident angle ] out of  $\alpha_2$  almost equally whenever [  $\alpha_1$  and incident angle ], and considering as the range whose  $\gamma$  is 2 degrees - 10 degrees whenever [ incident angle ] is

offered. Moreover, in this 2nd projection mold electrochromatic display optical equipment, it is still more desirable that  $\alpha$  1 is set as 30 degrees ( $\beta$ = 60 degrees) whenever [ incident angle ].  
[0035] Moreover, it sets to the 1st or 2nd projection mold electrochromatic display optical equipment, and the 3rd projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by being made to attach or come to install a condensing means near the front face of three liquid crystal optical elements, respectively is offered.

[0036] moreover, the 1- in any 3rd one projection mold electrochromatic display optical equipment, the 4th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to prepare three reflex function layers in three liquid crystal optical elements, respectively is offered.

[0037] In the 4th any 1 projection mold electrochromatic display optical equipment moreover, the 1- Three condensing means are arranged, respectively between three liquid crystal optical elements and any one of the 1st color separation composition means or the 2nd color separation composition means. A charge transfer plate (CPT) is used as a flesh-side substrate, and the 5th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to arrange said reflex function layer between CPT and a liquid crystal solidification object complex layer is offered. Here, CPT points out the structure by which much thin lead wire was densely embedded into the substrate.

[0038] In any 5th one projection mold electrochromatic display optical equipment moreover, above-mentioned the 1- A light source system consists of an ellipse mirror, the light source, and an aperture diaphragm, and the light-emitting part of the light source is arranged near the 1st focus of an ellipse mirror. The 6th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by an aperture diaphragm being arranged so that opening of an aperture diaphragm may be located near the 2nd focus of an ellipse mirror, and coming to arrange cone-like prism or a cone-like reflector near the opening is offered. By this configuration, a desirable light source light of the range whose collimation include angle is 6 degrees - 10 degrees can be efficiently obtained from the light source.

[0039] In any 6th one projection mold electrochromatic display optical equipment, as for a front substrate, a transparent electrode is formed on a transparence insulation substrate. moreover, above-mentioned the 1- to a flesh-side substrate An active element is prepared near the intersection of two or more line wiring, two or more train wiring, and said line wiring and said train wiring. A dielectric multilayer reflecting mirror is formed so that a part or all of said line wiring, said train wiring, and said active element may be covered. Furthermore, the 7th projection mold color liquid crystal display characterized by coming to use the transparent electrode formed on said dielectric multilayer reflecting mirror layer as a flesh-side electrode for a pixel display is offered.

[0040] Also in the case of a single liquid crystal optical element, the duplex electrode structure of the transparence (pixel) electrode arranged on the mirror of a TFT substrate or in the upper part is applicable.

[0041] In the 7th any 1 projection mold electrochromatic display optical equipment, a transparent electrode is formed on a transparence insulation substrate at a front substrate. moreover, above-mentioned the 1- to a flesh-side substrate The active element which drives a pixel electrode near the intersection of two or more line wiring, two or more train wiring, and said line wiring and said train wiring is prepared, and the 3rd electrode is prepared further. Said 3rd electrode A part or all of said line wiring, said train wiring, and said active element A wrap and/ Or it is arranged so that the gap of an adjoining pixel electrode may be covered mostly, and the electric potential between said 3rd electrode and front electrodes offers below the threshold of a liquid crystal solidification object complex layer, and the 8th projection mold color liquid crystal display characterized by coming it equal to be carried out.

[0042] The problem on the function generated according to this structure in an adjoining pixel gap peculiar to the liquid crystal optical element equipped with liquid crystal solidification object complex is improvable. And a good numerical aperture and a low-battery drive are obtained from the desirable electric effectiveness over a liquid crystal solidification object complex layer. This

structure is also applicable to the various applications using the usual single liquid crystal optical element.

[0043] moreover, the 1- in any 8th one projection mold electrochromatic display optical equipment, the 9th projection mold color liquid crystal display characterized by either coming to have the function to compensate the difference of the part light transmission property by whenever [ by the location on the optical surface / incident angle / of a color separation composition means ] is offered at least. Specifically, it is preparing distribution in the difference of the part light transmission property in a dichroic mirror side.

[0044] moreover, above-mentioned the 1- in any 9th one projection mold electrochromatic display optical equipment, the 10th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to use the dielectric multilayer reflecting mirror to which a high translucency dielectric thin film and a high refractive index were made the reflex function layer for the refractive index, and the laminating of the low translucency dielectric thin film was carried out by turns relatively is offered.

[0045] moreover, above-mentioned the 1- in any 10th one projection mold electrochromatic display optical equipment, the 11th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to form detailed irregularity in the interface of a front substrate and the front face of a transparent electrode side is offered.

[0046] moreover, above-mentioned the 1- in any 11th one projection mold electrochromatic display optical equipment, the 12th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to have the wavelength selection reflexivity which compensates a reflex function layer for the color purity of a color separation composition means is offered. moreover, above-mentioned the 1- in any 12th one projection mold electrochromatic display optical equipment, the 13th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by coming to have the wavelength selection absorptivity which compensates any one of a condensing means, a reflex function layer, and the liquid crystal optical elements for the color purity of a color separation composition means is offered.

[0047] When an example of this invention is explained, furthermore, a light source system, and the 1st for color separation composition and the 2nd two dichroic mirror, It is projection mold electrochromatic display optical equipment with which three liquid crystal optical elements, reflex function layers, and incident light study systems were prepared. The optical axis from a light source system to an incident light study system is established, and dichroic mirrors are the 1st monotonous mold dichroic mirror and the 2nd monotonous mold dichroic mirror. The include angle  $\alpha_1$  which an optical axis and the normal of the 1st monotonous mold dichroic mirror side make is made into 20 degrees - 35 degrees. The include angle  $\alpha_2$  which an optical axis and the normal of the 2nd monotonous mold dichroic mirror side make is made into 20 degrees - 35 degrees. It is arranged so that the include angle  $\beta$  which the 1st monotonous mold dichroic mirror side and the 2nd monotonous mold dichroic mirror side make on a horizontal plane may become 40 degrees - 70 degrees. A liquid crystal optical element is equipped with the function which controls a transparency dispersion condition electrically; and a reflex function layer is prepared in the background of a liquid crystal optical element. The include angle  $\gamma$  which the optical axis of a reflector and the optical axis of incident light make each three liquid crystal optical element 1 degree - 20 degrees preferably Are arranged so that it may become 2 degrees - 10 degrees, and the incident light in a reflector Are parallel to the flat surface which becomes settled with the optical axis of incident light, and the optical axis of the reflected light, and the flat surface containing the normal of the 1st monotonous mold dichroic mirror. And the light which it has been arranged so that a flat surface parallel to the flat surface containing the normal of the 2nd monotonous mold dichroic mirror may intersect perpendicularly mostly, and was emitted from the light source Color separation is carried out by work of the 1st monotonous mold dichroic mirror and/or the 2nd monotonous mold dichroic mirror, and it considers as three colored light. Outgoing

radiation is carried out from the 1st monotonous mold dichroic mirror or one of the 2nd monotonous mold dichroic mirrors. It is condensed by the condensing means and liquid crystal optical element (modulation stratum functionale) which were made to correspond for every colored light, and the reflex function layer. It is become irregular and reflected, becomes irregular again (that is, the two-times modulation stratum functionale is passed), and is condensed again, and further, color composition is carried out by work of the 1st monotonous mold dichroic mirror and/or the 2nd monotonous mold dichroic mirror, and a projector lens is passed and projected on each colored light. When the condensing means has been arranged at the tooth back of a liquid crystal optical element, each colored light passes a condensing means only once. Furthermore, a condensing nature reflective means by which the condensing means and the reflex function layer were unified can be used.

[0048] Moreover, in the 5th above projection mold electrochromatic display optical equipment, the reflector formed between CPT and liquid crystal solidification object complex offers the 14th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by having the electrode divided into the pixel.

[0049] Moreover, in the 6th above projection mold electrochromatic display optical equipment, the 15th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by preparing the 2nd aperture diaphragm in the location where the optical conjugate image of opening arranged near the 2nd focus of an ellipse mirror is generated is offered. Moreover, in this 15th projection mold electrochromatic display optical equipment, the 16th projection mold electrochromatic display optical equipment characterized by making adjustable each magnitude of opening of the aperture diaphragm arranged near the 2nd focus of an ellipse mirror and the 2nd aperture diaphragm is offered. Furthermore, a detailed explanation is continued about this invention.

[0050] With the projection mold liquid crystal optical equipment of this invention, the liquid crystal optical element of the reflective mold which pinched the liquid crystal solidification object complex which can control a dispersion condition and a transparency condition electrically preferably is used as a liquid crystal optical element to be used. For this reason, a polarizing plate is unnecessary, and the bright light source can be used, and the permeability of the light at the time of transparency can be improved sharply.

[0051] Moreover, since the problem of destruction of the active element by static electricity generated in orientation processing indispensable to the liquid crystal optical element of TN mold of a reflective mold or that case is also avoided, the liquid crystal optical element which pinched liquid crystal solidification object complex can improve the manufacture yield of a liquid crystal optical element sharply.

[0052] Furthermore, since after solidification has become film-like, this liquid crystal solidification object complex cannot produce the problem of destruction of the active element by the short circuit between substrates by the pressurization of a substrate, or migration of a spacer easily, either.

[0053] Moreover, this liquid crystal solidification object complex is equivalent to the case where specific resistance is the conventional TN liquid crystal, and it is not necessary to prepare big storage capacitance for every pixel electrode like DSM liquid crystal, and the design of the active element prepared in each pixel electrode is easy, and can keep few the power consumption of a liquid crystal optical element. Therefore, since manufacture becomes possible only by removing an orientation film formation process from the production process of the conventional TN liquid crystal optical element, production is easy. Moreover, you can make it suit according to the dominant-wavelength region of the average particle diameter of the capsulation liquid crystal in each cel, those configurations (ellipsoid configuration), and the colored light using a consistency etc. further in liquid crystal solidification object complex. For example, RB < RG < RR The cel of each liquid crystal optical element can be formed like. Moreover, substrate thickness can be optimized for every colored light.

[0054] As specific resistance of liquid crystal solidification object complex, it is  $5 \times 10^9$ . The thing more than  $\omega\text{cm}$  is desirable. Furthermore, in order to make the voltage drop by the leakage current etc. into the minimum, as specific resistance, more than  $10^{10}\text{-ohmcm}$  is more desirable, and it does not need to give big storage capacitance in this case for every pixel electrode.

[0055] Drawing 1 is the top view showing the fundamental configuration of the projection mold liquid crystal optical equipment of this invention, and drawing 2 is the side elevation showing the fundamental configuration of the projection mold liquid crystal optical equipment of this invention. However, it sets to drawing 2 and they are two sorts of dichroic mirrors 21 and 22. Reflective mold liquid crystal device blocks 31 and 32 in which the light by which reflective separation was carried out carries out incidence It omitted and the reflective mold liquid crystal device block 33 over the light which penetrated two dichroic mirrors, and its beam of light were indicated. Other two reflective mold liquid crystal devices 31 and 32 Arrangement and a beam of light are dichroic mirrors 21 and 22. They are arrangement of the indicated reflective mold liquid crystal device block 33, and the mirror symmetry of a beam of light to the reflector.

[0056] It sets to drawing 1 and drawing 2, and is the light source system 1. The light which was equipped with the lamp 11, the ellipse mirror 12, and the aperture diaphragm 13, and carried out outgoing radiation from the lamp 11 is condensed by about 13 aperture diaphragm after reflecting in the ellipse mirror 12. Here, a lamp 11 is installed and the aperture diaphragm 13 is installed near the 2nd focus of the ellipse mirror 12 near the 1st focus of the ellipse mirror 12. By the 1st monotonous mold dichroic mirror 21, the light which passed the aperture diaphragm 13 is a lamp 1. The light of one wavelength band of the BGR(s) contained in the light is reflected, and the light of other wavelength bands penetrates.

[0057] Furthermore, incidence of the light of the remaining wavelength bands which penetrated the 1st monotonous mold dichroic mirror 21 is carried out to the 2nd monotonous mold dichroic mirror 22, the light of the wavelength band of either of the BGR(s) is reflected, and the light of the remaining wavelength bands penetrates. Thus, the light by which the spectrum was carried out to three colors of BGR with the monotonous mold dichroic mirror 21 and the 2nd monotonous mold dichroic mirror 22 is condenser lenses 31B, 32B, and 33B respectively. After carrying out incidence, Yukimitsu Taira is formed, and they are the high-reflective-liquid-crystal optical elements 31A, 32A, and 33A of a transparency dispersion mold. Incidence is carried out.

[0058] For convenience, they are condenser lenses 31B, 32B, and 33B. High-reflective-liquid-crystal optical elements 31A, 32A, and 33A of a transparency dispersion mold Each combination is expressed as the high-reflective-liquid-crystal optical element blocks 31, 32, and 33. With the high-reflective-liquid-crystal optical element blocks 31, 32, and 33, light modulation of the directivity is carried out, and these incident light changes a degree of dispersion according to the applied voltage to a liquid crystal solidification object complex layer. The reflected light which were not scattered about is Lenses 31B, 32B, and 33B again. It is condensed near [ the ] the focal location.

[0059] Here, the light by which the spectrum was carried out to three colors of BGR is the 1st and 2nd monotonous mold dichroic mirrors 21 and 22. While color composition is carried out, they are condenser lenses 31B, 32B, and 33B. Image formation of the conjugate image corresponding to the aperture-diaphragm configuration of light source optical system is carried out near the focal location of a condenser lens. This condensed reflected light is condenser lenses 31B, 32B, and 33B. The diaphragm 41 which is equipment which reduces the diffused light installed near the focal location is passed, and it is projected by the screen which is not illustrated with the lens 42 of an incident light study system.

[0060] At drawing 1 and drawing 2, it is the incident light study system 4. Light source system 1 Although the case where it was in the bottom was indicated, reverse is sufficient as vertical relation. In order to instigate in a projection mold display and to have a projection device, in above a display, the height of the eyes of the watcher of a screen projection image has the desirable but vertical relation between drawing 1 and drawing 2, and in below a display, the height of a watcher's

eyes is the light source system 1. Incident light study system 4 Physical relationship with the bottom is desirable.

[0061] On the other hand, near [ the ] the focal location, it is not condensed with a condenser lens, and since the light scattered about by the high-reflective-liquid-crystal optical element is intercepted by the diaphragm which is equipment which reduces the diffused light, it passes a projector lens and is not projected on a screen.

[0062] Light source system 1 in this invention Although an ellipse mirror (ellipsoid mirror) is the most desirable as a converging mirror 12, what combined the parabolic mirror, the spherical mirror, the lens, etc. suitably may be used. Moreover, it is good also as multi-mirror structure where the body-of-revolution side where elliptical differ for every location of the direction of a revolving shaft was piled up in consideration of quantity of light equalization within not a simple spheroid configuration but a high-reflective-liquid-crystal optical element side. Moreover, it is good also as a configuration which combines an ellipse mirror and a spherical mirror and raises the rate of condensing.

[0063] As a lamp 11, although there are a halogen lamp, a metal halide lamp, a xenon lamp, etc., a metal halide lamp is desirable in respect of luminous efficiency and a life. Moreover, the diaphragm using the reflecting mirror which drawing of the transparency mold which has opening near the focal location of a converging mirror is sufficient as, and has a reflector corresponding to opening is sufficient. Generally, the amount of [ of a lamp ] light-emitting part has an uneven illuminant cloth, and it tends to become uneven [ luminous-intensity-distribution distribution of outgoing radiation light ] under the effect of the shade of a lamp tube wall etc.

[0064] When an ellipse mirror is especially used as a converging mirror, since there is little outgoing radiation light of an include-angle field 10 degrees or less, it is easy to produce shade with little quantity of light in the core within a high-reflective-liquid-crystal optical element side to an optical axis. In order to solve the problem of such a quantity of light ununiformity and to improve condensing effectiveness, it is effective to install a concave or a convex type cone-like reflector instead of the diaphragm using an aperture diaphragm, a concave, convex type cone-like prism, or the reflecting mirror that has a reflector corresponding to opening near the focal location of a converging mirror. The light source system at the time of using the cone-like prism 14 is indicated by drawing 1 - drawing 2.

[0065] The example of a configuration of the light source system which used cone-like reflector 15a (convex type) for drawing 4 for the example of a configuration of the light source system at the time of using the cone-like prism 14 for drawing 3 is shown. When using the cone-like prism 14, the convex cone-like prism whose vertical angle  $\theta_{aa1}$  of an optical outgoing radiation side is 90 degrees - 175 degrees, or the concave surface cone-like prism whose vertical angle  $\theta_{aa2}$  is 185 degrees - 270 degrees is desirable. The vertical angle of cone-like prism is placed on an optical axis, and it considers as arrangement for an optical axis like drawing 3.  $\theta_{aa1}$  and  $\theta_{aa2}$  have the relation of a supplementary angle, and can achieve the same operation optically by relation with a concave convex. In addition, illustration is omitted about concave surface cone-like prism.

[0066] Moreover, cone-like reflector 15a When using, the concave surface cone-like reflector the shape of a convex cone whose vertical angle  $\theta_{ab1}$  of a reflector is 150 degrees - 177 degrees, and whose vertical angle  $\theta_{ab2}$  are 183 degrees - 210 degrees is desirable. The vertical angle of a cone-like reflector is placed near the optical axis, and the symmetry axis gives and arranges the optical axis of incident light, and the tilt angle of 45 degrees or less like drawing 4.  $\theta_{ab1}$  and  $\theta_{ab2}$  have the relation of a supplementary angle, and can achieve the same operation optically by relation with a concave convex.

[0067] In the case of the cone-like prism which is a transparency mold optical element, it is desirable that the antireflection film and the heat ray cut-off filter are formed in a front face. Moreover, in the case of the cone-like reflector, a metal mirror or dielectric multilayer reflecting mirrors, such as aluminum, are formed as a reflector. When a dielectric multilayer reflecting mirror is

used, it is desirable that it is the cold mirror which penetrates a heat ray.

[0068] The diffusion plate and lens array other than the cone-like prism mentioned above or a cone-like reflector may be arranged near the aperture diaphragm of light source optical system, and luminous-intensity-distribution distribution may be equalized. Furthermore, a cooling system may be added to this light source optical system, or an infrared cut filter, an ultraviolet-rays cut-off filter, etc. may be combined.

[0069] Moreover, also in a configuration of having combined the ellipse mirror which is the configuration which is not limited when only an ellipse mirror is used as a converging mirror, but raises the rate of condensing, and the spherical mirror, the cone-like prism or cone-like reflector mentioned above is effective.

[0070] The concrete configuration is shown in drawing 25 about the case where cone-like prism is used. It differs from drawing 3 and is ellipse mirror 12a. The depth is made comparable as the 1st focal distance by which the light-emitting part of a lamp has been arranged, and it is ellipse mirror 12a. Spherical-mirror 12b which makes it center of curvature near the 1st focus It arranges so that a reflector may be located in the 2nd focus side of an ellipse mirror. Ellipse mirror 12a It sets near the 1st focus and is spherical-mirror 12b. Ellipse mirror 12a It covers and is ellipse mirror 12a. The 1st focus, the 2nd focus, and spherical-mirror 12b that has opening for optical outgoing radiation in between It considers as a configuration.

[0071] Since the luminous density outgoing radiation is carried out [ luminous density ] from a light source system by such combination to a high-reflective-liquid-crystal optical element block compared with the case where only an ellipse mirror is used as a converging mirror improves further, efficiency for light utilization increases.

[0072] Next, color separation composition optical system is explained. In the dichroic mirror using the optical interferential action by dielectric multilayers, a difference of the spectral characteristic of S polarization and P polarization increases, so that an optical incident angle increases from 0 degree (vertical incidence) and the spectral characteristic of the reflection factor and permeability becomes oblique incidence. In the case of the conventional projection mold liquid crystal optical equipment shown in drawing 18 by which the dichroic mirror or the dichroic prism has been especially arranged at 45 degrees of incident angles, drawing 19 , and drawing 20 and drawing 21 , the difference was remarkable.

[0073] a spectrum [ in / on the projection mold optical equipment which a problem is not posed in the case of TN liquid-crystal optical element which uses only linearly polarized light of one of the two using a polarizing plate, but is equipped with the liquid-crystal optical element of the transparency dispersion mold of this invention which uses both polarization as incident light, and / in such the polarization dependency of the spectral characteristic of a dichroic mirror / color-separation composition of a dichroic mirror ] -- it was connected with degradation of an operation, i.e., the fall of the color purity of BGR, and it had become a problem.

[0074] Sequential arrangement of the 1st monotonous mold dichroic mirror of the color separation composition system of this invention and the 2nd monotonous mold dichroic mirror is carried out without making a dichroic mirror cross respectively so that the include angles  $\alpha_1$  and  $\alpha_2$  of the optical axis in optical system and the perpendicular of a dichroic mirror side made, respectively may become 35 degrees from 20 degrees. Therefore, compared with the dichroic mirror of the conventional 45-degree incidence, a difference of the spectral characteristic of S polarization and P polarization is reduced, a sharp color separation operation is acquired, and, as a result, the color purity of each colored light of BGR improves.

[0075] Especially, with a configuration like this invention, the incident light to a dichroic mirror is emission or convergence light, and an incident angle changes with locations within a field of a dichroic mirror. Therefore, to the include angle of the optical axis in optical system, and the perpendicular of a dichroic mirror side to make, it becomes a still bigger include angle and the polarization dependency of the spectral characteristic becomes remarkable around a dichroic mirror



side.

[0076] Therefore, when the incident light to a dichroic mirror is emission or convergence light, with the conventional configuration which is 45 degrees, the color distribution on the screen of incident light becomes remarkable, and the incident angle  $\alpha$  is not suitable for a projection mold display with the severe requirement specification of the color reproduction nature of a display image, but it will be improved if it is the configuration of this invention.

[0077] Furthermore, while the average of the incident angle to the dichroic mirror of each beam of light turns into a small value compared with the case where the include angle  $\alpha$  of the optical axis in optical system and the perpendicular of a dichroic mirror side to make is 45 degrees by considering as arrangement of this invention as shown in drawing 1 and drawing 2 and effective area of a dichroic mirror is made small, the optical path length who passes through the inside of a dichroic mirror is shortened, and there is the advantage in which the optical-axis gap corresponding to the thickness of a dichroic mirror is reduced further.

[0078] Moreover, they are dichroic mirrors 21 and 22 respectively. Since sequential arrangement is carried out without making it cross, the problem that it is projected on the shade for the intersection which became a problem in the crossover dichroic mirror on a screen does not arise.

[0079] moreover, since the light which dissipate in the middle of an optical path decrease while being able to miniaturize the volume of the whole projection mold optical equipment, since the optical path length can be shorten compared with the case where it have arrange to parallel ( $\beta=0$  degree) by arranging so that the include angle  $\beta$  of the mirror side of the 1st dichroic mirror 21 and the mirror side of the 2nd dichroic mirror 22 to make may serve as range which be 40 degrees - 70 degrees, it lead to improvement in efficiency for light utilization.

[0080] Moreover, the flat surface which becomes settled with the optical axis of incident light and the optical axis of the reflected light in the reflector of a reflective mold liquid crystal device, and the flat surface (flat surface which both becomes parallel in the normal plane of each of two dichroic mirror sides) which becomes settled with the normal of the 1st and 2nd dichroic mirrors are arranged so that it may intersect perpendicularly mostly.

[0081] This is because there is the advantage in which there is little degradation of the spectral characteristic of color separation composition of the dichroic mirror accompanying oblique incidence while the average of the incident angle to the dichroic mirror of each beam of light turns into a small value and it can make effective area of a dichroic mirror small with such arrangement compared with the case where it has arranged so that two flat surfaces may become parallel.

[0082] In the projection mold optical equipment of this invention, as shown in drawing 1 and drawing 2, incident angles differ in the location within a dichroic mirror side, and a difference of the spectral characteristic of the dichroic mirror accompanying a difference of an incident angle arises. For this reason, when the dichroic mirror of the uniform spectral characteristic is used in the usual field, the classification-by-color cloth within a field of screen incident light serves as an ununiformity.

[0083] In order to improve such a trouble, they are the 1st and 2nd monotonous mold dichroic mirrors 21 and 22. The thickness of dielectric multilayers is adjusted so that a difference of the spectral transmittance corresponding to a difference of the optical incident angle of the location within the field may be reduced, and it may have distribution from which the spectral transmittance within a dichroic mirror side differs in the location within a field.

[0084] In the case of the projection mold liquid crystal optical equipment of this invention, they are dichroic mirrors 21 and 22. Since the difference of an optical incident angle is remarkable in the direction which becomes settled by the intersection of the flat surface and dichroic mirror side which become settled with the normal of two dichroic mirrors, it should just give distribution in this direction.

[0085] Such a thickness distribution formation technique of dielectric multilayers is technique usually performed by changing the configuration of the thickness corrector plate of a vacuum deposition method etc., and aggravation of the productivity accompanying this is seldom seen.



[0086] In drawing 1 and drawing 2 which show the projection mold electrochromatic display optical equipment of this invention, the red wavelength light R is reflected with the 1st monotonous mold dichroic mirror 21, then, the blue wavelength light B is reflected with the 2nd monotonous mold dichroic mirror 22, and it is considering as the configuration which the green wavelength light G penetrates. The spectral characteristic of a dichroic mirror had the high design degree of freedom compared with a notch mold filter like G reflection of the direction of an edge mold filter like R reflection or B reflection, and since color purity tends to have improved, it was made into such a configuration specification.

[0087] In the projection mold display using a reflective mold display device, the dichroic mirror side which has two sorts of spectral characteristics is usually used, and the dichroic mirror side of the same class acts as the object for color separation, and an object for color composition. Although two sorts of a total of four sorts are usually needed for a color separation system in the projection mold display using a transparency mold display device at two sorts and a color composition system, in the case of this invention, color separation composition is attained with two-sort the dichroic mirror of two sheets.

[0088] In the case of a crossover dichroic mirror or a dichroic prism, while components mark increase compared with the configuration of the color separation composition system of this invention, it is necessary to join each part article with a sufficient precision. Moreover, it is necessary to precision-process it and to grind optical glass, and inferior to production of prism in respect of productivity. In contrast, since the dichroic mirror of this invention uses the same member as the conventional monotonous mold dichroic mirror, good quality and quantity may receive it easily.

[0089] Moreover, when using the same dichroic mirror side twice at the time of color separation and color composition, a final part light transmission (reflection) property is equivalent to a thing in 1 time of a case the bottom the second [ about ] power. Therefore, color purity can be raised compared with the case of 1-time transparency. However, when the sharpness of the spectral characteristic in the color separation wavelength in 1-time transparency is low, the light of the elliptic trochoidal wave length region of a transmitted wave length region and a reflected wave length region will be deleted, and it will not be used as incident light. Therefore, when the sharpness of the spectral characteristic in color separation wavelength like the conventional 45-degree incidence dichroic mirror is low, the amount of incident light will also fall with the fall of color purity.

[0090] Since the incident angle of the incident light to the monotonous mold dichroic mirrors 21 and 22 is a small value in drawing 1 compared with 20 degrees - 35 degrees and 45 degrees in the case of the projection mold display of this invention, the high sharpness to color separation and color composition is maintained also to random polarization light. Consequently, loss of the light of the elliptic trochoidal wave length region of a transmitted wave length region and a reflected wave length region is also suppressed low, and while high color purity is obtained, increase of the amount of incident light is attained. And if the projection mold display of this invention is used, CRT and the incident light color purity more than comparable will become possible by the color separation composition system which consists of only two-sort dichroic mirrors of two sheets.

[0091] What is necessary is just to arrange the equipment which reduces the diffused light in this invention combining an incident light study system among two or more lenses which constitute the projector lens order of an incident light study system, or a projector lens. As shown in drawing 1 - drawing 2, the 2nd aperture diaphragm 41 corresponding to the conjugate image of the configuration of the aperture diaphragm 13 of the above-mentioned light source system is sufficient as the equipment which reduces this diffused light, and it may be a reflecting plate which has a corresponding measuring area.

[0092] Moreover, this 2nd aperture diaphragm may be installed separately from a projector lens, and may be unified like a camera lens. The configuration image formation of whose conjugate image corresponding to the configuration of the aperture diaphragm of light source optical system was

carried out to the pupil position of a projector lens, it installed the 2nd aperture diaphragm in the location, and unified the incident light study system and the diffused-light removal system at compaction of the optical path length and the point of a miniaturization is desirable. Moreover, even if it does not use a special aperture etc., the aperture of the lens for projection may be chosen so that the diffused light may be removed.

[0093] An incident light study system is used for an incident light study system combining the equipment which reduces the diffused light, although the incident light study system from the former which consists of a lens etc. is used. The equipment which reduces this diffused light should just reduce the light (light on which liquid-crystal solidification object complex is scattered in the part of a dispersion condition) which took out the light (light which the amount of picture element part penetrates the part of a transparency condition, and it reflects by the reflective film on a background) which went straight on to incident light among the light which passed the liquid-crystal optical element, and has been reflected, and has been reflected without going straight on.

[0094] As for especially the light gone straight on and reflected, it is desirable to reduce the diffused light which is the light reflected without going straight on, without reducing. In order to raise the visibility of incident light, the device which each interlocks and can carry out adjustable [ of the aperture diaphragm 13 of light source optical system and the 2nd aperture diaphragm 41 arranged near the projector lens which is a scattered-light removal system ] so that an opening aspect product may serve as adjustable is desirable so that adjustment of the amount of incident light and a contrast ratio may be attained according to surrounding brightness.

[0095] In the projection mold display shown in drawing 18 - drawing 21 , and drawing 31 which are the conventional example, image formation of the image of a reflective mold liquid crystal display component is carried out on the screen with the projector lens and the condenser lens, and it has composition which the liquid crystal display component and the color separation composition system, the condenser lens, and the projector lens separated.

[0096] single condenser lenses [ in / at the optical system of this invention shown in drawing 1 on the other hand / the conventional example ] 130 and 230 replacing -- three condenser lenses 31B, 32B, and 33B per liquid crystal display component It is divided and is used. Consequently, a remarkable miniaturization is attained compared with the conventional example by which a color separation composition system is arranged between a condenser lens and a projector lens, and the color separation composition system is arranged between the condenser lens and the liquid crystal display component. furthermore, the light which will dissipate by the time it reaches to a liquid crystal display component among the light which carried out incidence to the condenser lens from the light source system -- almost -- there is nothing -- since there is also little generating of the stray light in the middle of an optical path -- bright -- high -- a contrast projection image is obtained.

[0097] Next, the various examples of a configuration of the high-reflective-liquid-crystal optical element in this invention are shown in drawing 5 -12. Reflex function layers 337 and 339 of a high-reflective-liquid-crystal optical element Metallic reflection film, such as aluminum, silver, and chromium, is sufficient, and the dielectric multilayers reflector where a high translucency dielectric thin film and a high refractive index come to carry out the laminating of the low translucency dielectric thin film by turns relatively is sufficient as a refractive index.

[0098] as a low refractive-index translucency dielectric thin film --  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ , and  $\text{Na}_3\text{AlF}_6$  It is. etc. -- As a high refractive-index translucency dielectric thin film,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ , and  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZnS}$ ,  $\text{ZnSe}$ ,  $\text{ZnTe}$ ,  $\text{Si}$  and germanium,  $\text{Y}_2\text{O}_3$ , and aluminum  $2\text{O}_3$  It is used. etc. -- Compared with the metallic reflection film, by changing the ingredient, a number of layers, or thickness, a dielectric multilayer reflecting mirror has the degree of freedom which can adjust a part light reflex property, and has the description that the high reflection factor near about 100% can be attained, by increasing a number of layers.

[0099] Like drawing 5 , it is the flesh-side electrode substrate 333. Liquid crystal solidification

object complex 332 It is the reflex function layer 339 in between. It may be prepared. In this case, although a flesh-side electrode and a reflex function layer can be made to serve a double purpose if a metal membrane is used, in the case of a dielectric multilayer reflecting mirror, it is necessary to use the transparent electrode film as the component of multilayers. Moreover, it is the reflex function layer 337 like drawing 6 . Flesh-side electrode substrate 333 of a transparency mold liquid crystal optical element Transparent flesh-side electrode 336 It may be formed in the side which is not formed and is the reflex function layer 337 like drawing 7 . Formed substrate 338 Flesh-side electrode substrate 333 You may install back.

[0100] A high-reflective-liquid-crystal optical element is the flesh-side electrode substrate 333. In order to lose resolution degradation of the projection image accompanying generation of a twin image in the case of the display device which consists of pixels small enough compared with board thickness, it is the flesh-side electrode substrate 333. Liquid crystal solidification object complex 332 The configuration of drawing 5 which forms a reflex function layer in between is desirable.

[0101] By the configuration of this drawing 5 , it is the flesh-side electrode substrate 333. Since there is no need of being a translucency ingredient, semi-conductor substrates, such as Si which a semiconductor circuit can integrate, germanium, and GaAs which can form a light emitting device, or a sintered compact like ceramics may be used on a substrate in addition to glass or plastics.

[0102] Moreover, by the configuration of drawing 5 , it is the reflex function layer 339. It is required to also have the function of a flesh-side electrode. In the case of metal-electrode reflective film, such as aluminum, silver, and chromium, a reflex function layer serves also as a flesh-side electrode, and serves as a reflector, but since the front face is soft, a crack tends to cause a reflection factor fall being easy to be generated with the spacer for gap control etc.

[0103] on the other hand -- dielectric multilayers, and In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-SnO<sub>2</sub> (ITO) and SnO<sub>2</sub> etc. -- when the reflective film by combination with a transparent electrode is formed between a flesh-side electrode substrate and liquid crystal solidification object complex, while surface smoothness and endurance are excellent compared with the metal membrane, since it has wavelength selection reflexivity like a dichroic mirror, there is an operation that the color purity of each colored light can be improved.

[0104] When carrying out color separation composition especially at RGB 3 color using two, the 1st above-mentioned monotonous mold dichroic mirror and the 2nd dichroic mirror, using the high white lamp of color rendering properties, if it mixes in a red wavelength range, that the light of 570nm - 590nm wavelength band is green or degrading color purity remarkably are known.

[0105] Although it is theoretically inseparable in two dichroic mirrors, green or since it is improvable, such an unnecessary wavelength band light of degradation of red color purity is effective by using the high-reflective-liquid-crystal optical element in which the dielectric multilayers which have the spectral characteristic which penetrates the light of this wavelength region were formed. A light absorption mold filter may be used as other cures. For example, what is necessary is just to arrange the colored glass filter which absorbs wavelength light 590nm or less between the liquid crystal optical element for R colored light, and a dichroic mirror, in order to eliminate the light of 570nm - 590nm wavelength region mixed into R colored light.

[0106] It sets in the configuration of the high-reflective-liquid-crystal optical element of drawing 5 , and is this reflex function layer 339. When patterning is carried out as a pixel electrode and it is used, if needed, active elements, such as TFT, a thin-film diode, and MIM, are prepared, and it connects. In addition, in order to reduce the reflection which is not desirable, such an active element is the flesh-side electrode substrate 333. As for the front face which prepares and touches the liquid crystal solidification object complex of a flesh-side electrode substrate, it is desirable to make it as flat as possible and to reduce diffuse reflection.

[0107] When using dielectric multilayers as a reflex function layer of a flesh-side electrode, there is two kinds of physical relationship of the flesh-side electrode on a flesh-side electrode substrate and the reflective film by dielectric multilayers. That is, one is the case where the reflective film by

dielectric multilayers is formed on the flesh-side electrode substrate with which the flesh-side electrode was formed. Another is the case where a flesh-side electrode is formed on the flesh-side electrode substrate with which the reflective film by dielectric multilayers was formed.

[0108] Although the former may be applied to all flesh-side electrode substrates and flesh-side electrodes, when the latter uses Si single crystal for a rear-face substrate and it forms an active element for every pixel in a substrate, it is needed to make it flow with the circuit joints (for example, either of the electrodes of 3 terminal structures etc.) of an active element. Specifically, it is desirable to make it flow through the electrode for a pixel drive and the pixel electrode on dielectric multilayers. However, since active elements, such as TFT, are usually formed on a glass substrate, they are satisfactory. [ of forming TFT on the dielectric multilayers formed on substrates, such as glass, ] Moreover, in the case of the latter, let a flesh-side electrode be a transparent electrode.

[0109] In addition, in order that direct applied voltage may act on liquid crystal solidification object complex, it is desirable to form a flesh-side electrode on the reflective film by dielectric multilayers in respect of a low-battery drive. In this case, when an active element is formed in each of a flesh-side (used as pixel electrode) electrode, as for the film of the maximum upper layer which touches the active element of the reflective film by said dielectric multilayers, it is desirable to consider as the ingredient which does not react by that interface. for this reason -- concrete --  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{Ta}_2\text{O}_5$ , and aluminum  $\text{2O}_3$  etc. -- it is desirable that it is an oxide dielectric.

[0110] On the other hand, when forming the reflective film by said dielectric multilayers on the flesh-side electrode substrate with which the flesh-side electrode and the active element were formed, a part of applied voltage is consumed by the reflective film by dielectric multilayers. Consequently, although effectual driver voltage goes up, there is the advantage on which dielectric multilayers act as protective coats, such as an electrode and an active element.

[0111] In addition, in order to reduce the electrical-potential-difference loss by dielectric multilayers and to improve a pixel numerical aperture, after forming a contact hole into dielectric multilayers, it is effective by forming a pixel electrode on dielectric multilayers to make it flow through the electrode for a pixel drive of an active element and the pixel electrode on dielectric multilayers.

[0112] Moreover, when an active element is formed in each of a flesh-side electrode, the function as a light-shielding film is also achieved so that the light which carried out incidence to the liquid crystal optical element of a reflective mold may not reach a direct active element. Consequently, even when active elements, such as a big amorphous silicon of the photoconductive effect, are used, even if it does not prepare a protection-from-light layer separately, generating of an optical beam induced current can be reduced.

[0113] In order to raise whenever [ protection-from-light ] furthermore, a light-shielding film may be formed on the dielectric multilayers of each active element location at a flesh-side electrode substrate side. In order to suppress generating of addition capacity, as a light-shielding film, few conductive nonmetallic things are desirable, and a photosensitive black polymer, Si and germanium, CdTe, etc. are used. In this case, since dielectric multilayers turn into a protective coat of an active element, the dependability of an active element is high also to use of the alkali developer in patterning by wet etching. On the other hand, metal light-shielding films, such as Cr, may be formed only in each active element location by the side of a flesh-side electrode substrate through an insulator layer, and the reflector of dielectric multilayers may be formed on it.

[0114] By the configuration of drawing 5 and the high-reflective-liquid-crystal optical element of drawing 6, it is the flesh-side electrode substrate 333. It becomes possible [ since a direct liquid crystal solidification object complex layer can be heated or cooled from a side, a temperature control is easy, and ] to maintain the optimal operating temperature for liquid crystal solidification object complex. What is necessary is just to specifically carry out temperature control of the flesh-side electrode substrate compulsorily combining a heater, a Peltier device and a heat sink, a cooling

fan, a thermometer, etc.

[0115] Flesh-side electrode substrate 333 which formed the transparent electrode in the translucency substrate in the configuration of the high-reflective-liquid-crystal optical element of drawing 5 at homogeneity A photoconductive layer is formed, a dielectric multilayer reflecting mirror is further formed on it, and it is good also as a space optical modulator of a mold write-in [ optical ]. In this case, a flesh-side electrode and a photoconduction layer are used without carrying out patterning.

[0116] What is necessary is just to use an amorphous silicon, Polycrystal Si, single crystals Si and BSO ( $\text{Bi}_{12}\text{SiO}_{20}$ ), GaAs, CdS, Se, etc. as a photoconduction layer ingredient. Moreover, the incident light reinforcement of a reflective mold liquid crystal display component is high, and when a part of light which penetrated the dielectric multilayer reflecting mirror excites a photoconduction layer, it is desirable to form a non-conductive light absorption layer between a dielectric multilayer reflecting mirror and a photoconduction layer.

[0117] When using such a type write-in [ optical ] of space optical modulator as a reflective mold liquid crystal display component, it is required as a means write-in [ optical ] to introduce light from a photoconduction layer side. Usually, CRT, a transparency mold liquid crystal display component (LCD), etc. are used as an image input.

[0118] Image formation of the image generated by CRT and LCD may be carried out to a photoconduction stratification plane using a lens. Moreover, for a miniaturization, each may be combined with refractive-index matching oil or a binder, using a fiber array plate (FAP) as a rear-face electrode substrate of an image generator child's face plate, and a space optical modulator. In this case, it is desirable in order to prevent resolution degradation accompanying setting the rear-face electrode substrate of the face plate of CRT or LCD and a space optical modulator to common FAP joining two FAP(s) as a gestalt which simplified the configuration further.

[0119] Moreover, in the configuration of the high-reflective-liquid-crystal optical element of drawing 5, CPT may be used as a rear-face electrode substrate. the example of the space optical modulator using CPT -- for example, -- " -- applied OPUTIKUSU [ ] -- Vol.31 and No. -- it is indicated by 20, 1992, and page3971-3979:Charge-transfer-plate spatial light modulator" (charge transfer plate SUPEISHARU light modulator).

[0120] CPT is having structure where much thin lead wire was densely embedded into the insulating material substrate, and has the function which the 2-dimensional charge distribution or distribution of voltage formed at one side of CPT transmits to the field of another side of CPT. A dielectric multilayer reflecting mirror is formed in one side of CPT, and it is the flesh-side electrode substrate 333 of a reflective mold liquid crystal display component. It can use by carrying out.

[0121] As the electrical-potential-difference impression approach, photoconduction ingredients, such as the above-mentioned amorphous silicon film, are formed in the near field in which the dielectric multilayer reflecting mirror is not formed, a transparent electrode is formed on it, and it is the front electrode substrate 331. By impressing fixed alternating voltage between electrodes, the reflective mold space optical modulator of an optical image write-in mold is realized.

[0122] As the another electrical-potential-difference impression approach, a active-matrix substrate may be joined to one side of CPT through bump bond, and an image information electrical potential difference may be impressed to a liquid crystal solidification object complex layer as it is through CPT by scanning a charge to a CPT side combining the electron gun and electron lens which are used for one side of CPT at CRT.

[0123] Since an electrical potential difference is impressed only to the lead-wire part in CPT when impressing an electrical potential difference to a liquid crystal solidification object complex layer through CPT, when the area which lead wire occupies is small, effectual pixel measuring area decreases in number, and, as a result, efficiency for light utilization falls. In order to avoid such a trouble, it is desirable to form a pixel electrode in one side of CPT, and to produce a dielectric multilayer reflecting mirror on it. Since the impressed electrical potential difference is impressed to

a pixel electrode through the lead-wire section of CPT by considering as such a configuration from the opposite side of CPT, if the occupancy area of a pixel electrode is secured greatly, efficiency for light utilization will not fall.

[0124] front electrode substrate 331 of a high-reflective-liquid-crystal optical element transparence substrates, such as glass and plastics, -- it is -- the inside --  $\text{In}_2\text{O}_3\text{-SnO}_2$  (ITO) and  $\text{SnO}_2$  etc. -- transparent electrode 335 It is formed and is usually made the solid electrode. Moreover, front electrode substrate 331 When it has the front face which touches air, it is an antireflection film 334 to an interface. It is desirable to form and to reduce a normal reflective component.

[0125] It sets to a high-reflective-liquid-crystal optical element, and is the front electrode substrate 331. Since normal reflection of the incident light produced in a transparent electrode interface is overlapped on the reflected light by the reflex function layer when a transparent electrode interface and a reflex function layer are parallel, the black level of incident light does not serve as a small value, but only a low contrast ratio is obtained as a result.

[0126] As one of the cures which improves contrast ratio degradation resulting from normal reflection of such a front electrode interface, it is effective to make un-parallel a front electrode interface and a reflex function layer. As shown in drawing 8, specifically, it is the front transparent electrode film 435. Scattered reflection is carried out, and it intercepts by the 2nd aperture diaphragm of a scattered-light removal system, and is made not to reach on a screen by forming irregularity in an interface. Moreover, there is also work which eases the hysteresis phenomenon of an applied-voltage pair transparency property (V-T curve) peculiar to liquid crystal solidification object complex.

[0127] The shape of a saw tooth wave by which the shape not of a rectangle with many flat sides as a configuration of detailed irregularity but the flat side formed for such the purpose are constituted from an inclined plane few is desirable. The corroding method (etching) by sandblasting or the chemicals which is the polish using the very fine particle as a method of producing the configuration of detailed irregularity and its blasting, the welding of a silica particle, etc. are raised.

[0128] In order to make the detailed high concave convex of optical diffusibility to homogeneity all over a substrate, the grinding method is suitable, but detailed irregularity is formed only in the field of the front electrode substrate of a liquid crystal optical element of operation, and the sandblasting method is suitable in making other fields into the transparence flat side. Especially when a liquid crystal optical element needs patterning formation of light-shielding films, such as a black matrix, for a front electrode substrate and needs the pixel and alignment by the side of a flesh-side electrode substrate by the display device which consisted of pixel electrodes, it is desirable except the screen that consider as a transparence flat side and alignment is made easily. Moreover, it is desirable in order that also making a seal part into a flat side may prevent mixing of a bubble etc. [0129] or it is shown in drawing 9 -- as -- front transparent electrode film 435  $\text{SiO}_2$  from which a refractive index differs,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{MgF}_2$ , aluminum  $2\text{O}_3$ , and  $\text{CeF}_3$  etc. -- the monolayer of the organic substance, such as an inorganic substance and polyimide, and multilayer interference dielectric film 434 It is good also as a combined multilayer antireflection film.

[0130] As other cures, as shown in drawing 10, it is the reflex function layer 437. Substrate 438 which is the formed reflective means It installs separately behind a transparency mold liquid crystal optical element, and is the reflex function layer 437 about a transparency mold liquid crystal optical element. It receives, and the interface reflected light of a transparency mold liquid crystal optical element is intercepted by the aperture diaphragm of a scattered-light removal system, and it is made make it incline and not to reach on a screen.

[0131] In order in the case of the display device by which the high-reflective-liquid-crystal optical element is especially constituted from a small pixel compared with the board thickness of a flesh-side electrode substrate to form a reflex function layer between a flesh-side electrode substrate and liquid crystal solidification object complex so that degradation of resolution may not be caused,

it is desirable to reduce interface normal reflection by considering as the multilayer antireflection film which forms detailed irregularity in the ITO electrode interface of a surface electrode substrate, or uses ITO as a component.

[0132] the projection mold liquid crystal optical equipment of drawing 1 and drawing 2 -- setting -- light source system 1 from -- the emitted emission light -- the color separation composition optical system 2 (dichroic mirror of two monotonous molds), and each high-reflective-liquid-crystal optical element 31A -- 32A and 33A Condenser lenses 31B, 32B, and 33B arranged in between Yukimitsu Taira is formed mostly. High-reflective-liquid-crystal optical elements 31A, 32A, and 33A Incidence is carried out and they are the condenser lenses 31B, 32B, and 33B with the again same reflected light. It is condensed, and it is generated so that the opening 13 near the 2nd focus of an ellipse mirror and an image [ \*\*\*\* ] may not be lapped with the opening location near the 2nd focus of an ellipse mirror.

[0133] These three condenser lenses 31B, 32B, and 33B It is more desirable for a convex to face a high-reflective-liquid-crystal optical element as a configuration with which a planoconvex spherical lens is usually used and aberration is reduced. However, since the surface reflection in both sides of a lens and an interface with the air by the side of the optical incidence of a high-reflective-liquid-crystal optical element arises in this case, it is desirable to form an antireflection film in these fields.

[0134] Moreover, these three plano-convex lenses 31B, 32B, and 33B When a flat surface is considered as the arrangement which faces a high-reflective-liquid-crystal optical element, reflection of two interfaces can be sharply reduced by joining a high-reflective-liquid-crystal optical element to a lens in optical adhesives, refractive-index matching oil, etc. In this case, high-reflective-liquid-crystal optical elements 31A, 32A, and 33A It is not necessary to form an antireflection film in an interface with air, and is good only for the convex of a lens only by forming an antireflection film. The case of such a configuration is shown in drawing 1 and drawing 2.

[0135] In the projection mold liquid crystal optical equipment of this invention, other configurations about a high-reflective-liquid-crystal optical element are shown in drawing 11 and drawing 12. Namely, front electrode substrate 531 which \*\*\*\* liquid crystal solidification object complex Flesh-side electrode substrate 533 An electrode is used as a transparent electrode and it is the flesh-side electrode substrate 533. It is the reflective mold condensing stratum functionale 537 to the side in which the transparent electrode is not formed. By preparing, it is the high-reflective-liquid-crystal optical element which unified both operations of condensing and reflection. In this case, condenser lenses 31B, 32B, and 33B in drawing 1 and drawing 2 It is unnecessary. This reflective mold condensing stratum functionale is summarized, and it is called a condensing nature reflective means.

[0136] The reflective mold condensing stratum functionale is offered by forming a reflex function layer in non-plane [ like the spherical surface or an ellipsoid side ]. If it installs in near which separated the aperture diaphragm of light source optical system a little from the core of a spherical-surface object in the case of a spherical mirror, incident light will be condensed by near distant from the core of a spherical-surface object a little as a conjugate image of the aperture diaphragm of light source optical system, after being reflected with a spherical mirror. Moreover, if the aperture diaphragm of light source optical system is installed near the 1st focus of an ellipsoid object in the case of an ellipsoid mirror, incident light will be condensed as a conjugate image of the aperture diaphragm of light source optical system near the 2nd focus of an ellipsoid object, after being reflected in an ellipsoid mirror.

[0137] An above-mentioned converging mirror is the flesh-side electrode substrate 533 like drawing 11 to the transparency mold liquid crystal optical element which consists of a front electrode substrate which \*\*\*\* liquid crystal solidification object complex, and a flesh-side electrode substrate here. It may be unified and you may dissociate like drawing 12. the case where it unifies -- the convex of a plano-convex lens -- a reflex function layer -- forming -- a flat surface --



transparent electrode 536 forming -- flesh-side electrode substrate 533 \*\*\*\*\* -- the good planoconvex [ to carry out ] reflecting mirror by which the reflecting mirror was formed in the convex of a plano-convex lens may be joined to a transparency mold liquid crystal optical element. [0138] Like drawing 12 , since interface reflection is reduced for the direction of one apparatus compared with a discrete type, in efficiency for light utilization and a contrast ratio, it is advantageous. Moreover, it is desirable to form an antireflection film in an interface with air other than a reflecting layer. Liquid crystal solidification object complex layer 532 which is a light modulation layer in the case of the display device by which the transparent electrode of the high-reflective-liquid-crystal optical element shown in drawing 11 and drawing 12 is constituted from a pixel Condensing nature reflex function layer 537 If separated more than pixel length, a twin image generates and is not desirable in a projection image.

[0139] Therefore, in such a case, it is the liquid crystal solidification object complex layer 532 by making a reflector into a Fresnel lens configuration etc. Reflex function layer 537 It is necessary to shorten spacing. In the projection mold liquid crystal optical equipment using the high-reflective-liquid-crystal optical element shown in drawing 11 and drawing 12 , other components are the same as drawing 1 and drawing 2 .

[0140] It explains by the case where the liquid crystal optical element which pinched the liquid crystal solidification object complex of a dispersion condition for actuation of the projection mold electrochromatic display optical equipment of this invention in the state of electrical-potential-difference un-impressing is used. In the part of the transparency condition of the liquid crystal optical element of a reflective mold, light penetrates, with the reflective film, it reflects, and outgoing radiation (normal reflection) is returned and carried out. Since this rectilinear-propagation light turns into light which passes the equipment which reduces the diffused light, it is brightly displayed on a projection screen.

[0141] On the other hand, in the part of a dispersion condition, light is scattered about and outgoing radiation is carried out as the diffused light. Since this light cannot pass the equipment with which most reduces the diffused light, it will look darkly on a projection screen. In the part of the dispersion condition of the liquid crystal optical element of the reflective mold of this invention, in order that it may be reflected and the scattered light which reached to the background may pass a dispersion part again, it is scattered about further and high scattering power is obtained by the liquid crystal solidification object complex layer thin as a result. Moreover, when it considers as the same scattering power to the liquid crystal optical element of a transparency mold, since a liquid crystal solidification object complex layer is made thinly, driver voltage can be reduced.

[0142] It consists of a solidification object matrix by which a large number formation of the hole fine as liquid crystal solidification object complex was carried out, and liquid crystal with which the part of the hole was filled up, and is made mostly in agreement with the refractive index of the liquid crystal which the refractive index of the solidification object matrix uses in one at the time of impression of an electrical potential difference, or un-impressing of conditions in this invention. In this case, it is desirable to use the liquid crystal solidification object complex whose refractive-index anisotropy  $\Delta n$  of the liquid crystal to be used is 0.18 or more. It is desirable to make it mostly in agreement with the Tsunemitsu refractive index (no) of the liquid crystal which the refractive index of the solidification object matrix uses especially using the nematic liquid crystal of a forward dielectric anisotropy.

[0143] This liquid crystal solidification object complex is pinched between a front electrode substrate and a flesh-side electrode substrate, and it considers as the liquid crystal optical element of the reflective mold with which the reflex function layer was prepared in the side in which the electrode surface of between a flesh-side electrode substrate and liquid crystal solidification object complex or a flesh-side electrode substrate is not formed. The refractive index of that liquid crystal changes and the relation between the refractive index of a solidification object matrix and the refractive index of liquid crystal changes with the impression conditions of the inter-electrode



electrical potential difference of this reflective type of liquid crystal optical element, when both refractive index is in agreement, it will be in a transparency condition (normal reflection is carried out and light is outgoing radiation), and when refractive indexes differ, it will be in a dispersion condition (the diffused light is outgoing radiation).

[0144] Although the liquid crystal solidification object complex which consists of a solidification object matrix by which a large number formation of this fine hole was carried out, and liquid crystal with which the part of that hole was filled up is the structure by which liquid crystal was confined in a liquid bubble like a microcapsule, each microcapsule does not need to be independent completely and the liquid bubble of each liquid crystal may be opening it for free passage through a slit like a porous body.

[0145] What is necessary is for the liquid-crystal solidification object complex with which the liquid-crystal optical element of the reflective mold used for this invention was equipped to mix liquid crystal and the hardenability compound which constitutes a solidification object matrix, to make it the shape of the shape of a solution, and a latex, and for photo-curing, heat curing, hardening by solvent removal, reaction hardening, etc. to carry out this, to separate a solidification object matrix, and just to make the condition that liquid crystal distributed in the solidification object matrix take.

[0146] Since this hardenability compound can be hardened within a sealing system by making it photo-curing or a heat-curing type, it is desirable. By using a photo-curing type hardenability compound especially, it cannot be influenced by heat, can be made to harden for a short time, and is desirable. After forming a cel using a sealant like the conventional usual TN liquid crystal optical element as a concrete process, pouring in non-hardened mixture [ compound / liquid crystal and / hardenability ] from an inlet and closing an inlet, it can heat whether an optical exposure is carried out and can also be made to harden.

[0147] Moreover, in this invention, not using a sealant, in the case of the liquid crystal optical element of a reflective mold, non-hardened mixture [ compound / liquid crystal and / hardenability ] can be supplied on either electrode substrate of a front electrode substrate and a flesh-side electrode substrate, and the electrode substrate of another side can also be stiffened by optical exposure etc. in piles after that.

[0148] Of course, after that, a sealant may be applied on the outskirts and the seal of the circumference may be carried out. According to this process, in order for what is necessary to be just to only supply a roll coat, a spin coat, printing, spreading according non-hardened mixture [ compound / liquid crystal and / hardenability ] to a dispenser, etc., an impregnation process is simple and productivity is very good.

[0149] Into non-hardened mixture [ compounds / these / liquid crystal and hardenability compounds ], spacers, such as a ceramics particle for substrate gap control, a plastics particle, and a glass fiber, a pigment, coloring matter, a viscosity controlling agent, and the other additives that do not have a bad influence on the engine performance of this invention may be added. Since that part can always be changed into a light transmission condition by stiffening only the part of the specification [ the component which is in a dispersion condition ] in the case of this hardening process at the time of electrical-potential-difference un-impressing where a sufficiently high electrical potential difference is impressed, when there is a thing which wants to indicate by fixed, such a usual state transparency part may be formed. On the contrary, in the case of the component which is in a transparency condition, a usual state dispersion part can be similarly formed at the time of electrical-potential-difference un-impressing.

[0150] The permeability in the transparency condition of the liquid crystal display component of the reflective mold which used this liquid crystal solidification object complex is so good that it is high, and, as for the Hayes value in a dispersion condition, it is desirable that it is 80% or more. In accordance with the refractive index of the liquid crystal which the refractive index of a solidification object matrix (hardening back) uses, it is made not in agreement [ in either an electrical-potential-difference impression condition or the condition of not impressing ] with the

refractive index of the liquid crystal which the refractive index of a solidification object matrix uses in this invention in the reverse condition. By this, when the refractive index of a solidification object matrix and the refractive index of liquid crystal are in agreement, light penetrates, and light will be scattered about when not in agreement (nebula). The dispersion nature of this component is higher than the case of the liquid crystal display component of the reflective mold of conventional DSM, and the display of a high contrast ratio is obtained.

[0151] no of the liquid crystal which the refractive index of a solidification object matrix (hardening back) uses in the state of electrical-potential-difference impression especially in this invention It is desirable to make it in agreement. Since the permeability at the time of light transmission becomes high by this since it will be in a transparency condition at the time of electrical-potential-difference impression, and it penetrates to homogeneity, the contrast ratio of a display improves.

[0152] As for the liquid crystal by which distributed maintenance is carried out into a solidification object matrix, it is desirable that they are the independent particle or the particle which the part opened for free passage. Since it is compatible in the high permeability at the time of driving by high scattering power and a high low battery, this is effective. Dispersion is caused by existence of the interface of liquid crystal and a solidification object matrix.

[0153] For this reason, dispersion nature improves, so that the area of this interface is large. With a certain optimal liquid crystal particle diameter, in order to increase the area of this interface, solidification object matrix ingredients, such as resin, and the separated amount of liquid crystal are made [ many ] independently. That is, it is important to make [ many ] liquid crystal grain density.

[0154] However, if the solidification object matrix and the separated amount of liquid crystal are increased, it comes to take the structure which each liquid crystal particle came to open for free passage someday, and all liquid crystal opened for free passage further, and since this leads to loss of a solidification object matrix and the separated liquid crystal interface, it will lead to the fall of scattering power.

[0155] In order to contribute to dispersion nature and to obtain high dispersion nature, as for refractive-index anisotropy  $\Delta n (=n_e - n_o)$  of the liquid crystal to be used, it is desirable that it is above large to some extent,  $\Delta n \geq 0.18$  are specifically desirable, and  $\Delta n \geq 0.20$  are still more desirable. Furthermore, the range of  $0.25 \geq \Delta n \geq 0.21$  is desirable. And the range of  $13 \geq \Delta \epsilon \geq 5$  is desirable. Furthermore, the range of  $11.6 \geq \Delta \epsilon \geq 5$  is desirable. Moreover, no of the liquid crystal to be used It is desirable that it is mostly in agreement with the refractive index ( $n_p$ ) of a solidification object matrix, and high transparency is acquired at the time of electric-field impression at this time. It is desirable to specifically fill the relation of  $n_o - 0.03 < n_p < n_o + 0.05$ .

[0156] Moreover, in order to raise dispersion nature, it is effective to make the volume fraction  $\phi$  of the liquid crystal which can operate liquid crystal solidification object complex increase,  $\phi > 20\%$  is desirable,  $\phi > 35\%$  is desirable for having higher dispersion nature, and  $\phi > 45\%$  is still more desirable. If  $\phi$  becomes not much large, since the structural stability of liquid crystal solidification object complex will worsen on the other hand,  $\phi < 70\%$  is desirable.

[0157] In the liquid crystal solidification object complex of the liquid crystal optical element of the reflective mold in this invention, at the time of electrical-potential-difference un-impressing, since the liquid crystal molecule is arranged in response to effect on the solidification object matrix wall surface, it has not been arranged in the fixed direction. For this reason, when both refractive indexes differ in this condition, a dispersion condition (that is, nebula condition) is shown.

[0158] In the liquid crystal optical element of the reflective mold in which a dispersion condition is shown at the time of such electrical-potential-difference un-impressing being a display device which has a pixel electrode and using this as a projection mold display, since light does not reach a projection screen even if light is scattered about and it does not prepare a light-shielding film in any parts other than the picture element part part of a flesh-side electrode, the part without an electrode looks black. By this, in order to prevent the leakage of the light from parts other than a

pixel, parts other than a pixel need to be shaded by a light-shielding film etc., and there is also an advantage that the formation process of a light-shielding film becomes unnecessary.

[0159] When the wiring electrode of a pixel is formed, weak electric field are generated by the liquid crystal solidification object complex layer between counterelectrodes, and in connection with it, incident light passes a liquid crystal solidification object complex layer, and it is reflected by the wiring electrode, and cannot become a black display. What is necessary is just to form a light-shielding film as the cure on the flesh-side electrode substrate corresponding to a wiring electrode location, or a front electrode substrate. Since the component superimposed on incident light by the reflected light from liquid crystal solidification object complex layers other than a pixel electrode section increases when the definition of a screen pixel improves and the occupancy area of a pixel electrode section decreases especially, it becomes the cause of a contrast ratio fall. Metal membranes, such as aluminum and chromium, are sufficient as the light-shielding film in this case, and the light absorption matter is also available for it.

[0160] Since it has a high reflection factor by the interface of glass and chromium in the case of the chromium light-shielding film on a front electrode substrate, it is projected on the normal reflected light by the screen, and it degrades a contrast ratio remarkably. Therefore, in order to reduce this interface reflection, it is desirable to form antireflection films, such as chrome oxide, between a chromium light-shielding film and glass. Moreover, in order to reduce the internal reflection light by the side of a liquid crystal solidification object complex layer, it is desirable to form the antireflection film combined with chrome oxide or a transparent electrode also on the chromium light-shielding film by the side of a liquid crystal solidification object complex layer, but on the other hand, in the case of the light-shielding film using light absorption matter, such as black photosensitive polymer, since interface reflection can be disregarded, the effect of the reflected light can be disregarded.

[0161] Moreover, as a policy which reduces efficiently the interface reflective incident light which reaches a screen, while maintaining protection-from-light nature, as shown in drawing 8, it is desirable, when forming a light-shielding film in a front electrode substrate side to form detailed irregularity in the front electrode surface of a front electrode substrate, and to produce a light-shielding film on it. Even if the interface reflected light exists by considering as such a configuration, since the normal reflected light which reaches a screen decreases sharply and is removed by the scattered-light removal system, it can maintain a high contrast ratio.

[0162] It is desirable to, cover the electric field of a wiring electrode section by making the potential comparable as the potential of a surface electrode substrate on the other hand, when forming a metal light-shielding film in a flesh-side electrode substrate side.

[0163] An electrical potential difference is impressed to inter-electrode [ of the pixel of a request of this liquid crystal display component ]. In a part for the picture element part to which this electrical potential difference was impressed, liquid crystal arranges in parallel with the direction of electric field, and it is no of liquid crystal. np of a solidification object matrix By being in agreement, a transparency condition is shown, and by the pixel of the request concerned, light will penetrate and it is brightly displayed on a projection screen.

[0164] Since that part can always be made into a light transmission condition by stiffening only a specific part in the case of this hardening process where an electrical potential difference high enough is impressed, when the thing which wants to indicate by fixed is in such a component, such a usual state transparency part may be formed.

[0165] In carrying out patterning of the flesh-side electrode of a high-reflective-liquid-crystal optical element as a pixel electrode and using TFT for each pixel electrode as an active element by this invention, as a semiconductor material, Si is suitable and obtains. Like amorphous Si, since there is little photosensitivity, even if especially the polycrystal Si does not shade the light from the light source strictly by the light-shielding film, it does not malfunction, and is desirable. When using this polycrystal Si as projection mold liquid crystal optical equipment like this invention, the strong

light source for projection can be used and a bright display is obtained.

[0166] Moreover, in order to inhibit the leakage of the light from between pixels in the case of the conventional TN liquid crystal optical element, a light-shielding film is formed between pixels in many cases. Under the present circumstances, it can unite, a light-shielding film can be formed also in an active element part at coincidence, and forming a light-shielding film in an active element part seldom affects the whole process. That is, even if it will not form a light-shielding film in an active element part, using Polycrystal Si as an active element, a process cannot be reduced if it is necessary to form a light-shielding film between pixels.

[0167] On the other hand, no of the liquid crystal which the refractive index of a solidification object matrix uses like the above-mentioned in this invention On the projection screen with which it was projected on light by being scattered about, since it becomes black, it is not necessary to form a light-shielding film between pixels in the part which does not impress an electrical potential difference by using the liquid crystal solidification object complex it was made mostly in-agreement [ complex ].

[0168] When using dielectric multilayers as a reflex function layer, the optical engine performance is decided from the quality of the material, a number of layers, thickness, etc. However, if thickness becomes thick, since the voltage drop of a there will become large, the drive effectiveness of liquid crystal gets worse. For example, SiO<sub>2</sub> The film and TiO<sub>2</sub> The reflection factor of multilayers with a thickness of 1.5 micrometers it is thin from the film is about 99%, and remaining 1% becomes leakage light. At this time, although there are other factors, a voltage drop is about 0.5-0.6V. By making a number of layers into two times with the same ingredient, achievement of 99.99% of reflection factors is also theoretically possible.

[0169] Moreover, the high refractive-index film Si which is a light absorption ingredient in a visible wavelength region is used, and it is Si film and SiO<sub>2</sub>. By forming multilayers by the film, although a reflection factor does not reach to 99%, it turns into 0.01% or less of permeability by thin thickness, and it can have an operation of the reflective film and a light-shielding film. Or it is SiO<sub>2</sub> on TFT. SiO<sub>2</sub> after forming the multilayers of the film and Si film The film and TiO<sub>2</sub> By forming membranous multilayers, it is also possible to maintain 99% or more of reflection factor, and to have the protection-from-light nature of 0.01% or less of permeability.

[0170] What is necessary is just to constitute from optimal combination, since the desired screen quantity of light and the intensity of light of the light source to be used are related when a reflection factor is not decided uniquely but it uses as projection mold liquid crystal optical equipment. When Polycrystal Si is used as an active element, since photosensitivity is comparatively low, Polycrystal Si cannot produce malfunction by light easily. For this reason, since the strict nature of protection-from-light nature is not required even if do not form a light-shielding film or it forms it in an active element part, the process which forms a light-shielding film can be abolished, or it can simplify, and productivity improves.

[0171] In addition, it can be used, if a slight leakage light of the dielectric multilayers at the time of forming a light-shielding film in the semi-conductor part, and forming dielectric multilayers between a flesh-side electrode substrate and liquid crystal solidification object complex as a reflex function layer is restricted even if it uses an amorphous silicon with photosensitivity higher than Polycrystal Si (for example, when a reflection factor is 99 - 99.95%).

[0172] Even when any of Polycrystal Si or an amorphous silicon are used as an active element, by forming a dielectric multilayers reflex function layer in the flesh-side electrode substrate side in which the pixel electrode and the active element were formed, only, a next door and the dielectric multilayers itself work as a light-shielding film, and it can say that the quantity of light which most incident light is reflected by multilayers and carries out incidence to an active element has the protection-from-light effectiveness.

[0173] If projected on the stray light generated by the light which carried out incidence in addition to the field of a liquid crystal optical element of operation, and the scattered light in a liquid crystal

solidification object complex layer on a screen, it will become the cause of degradation of a contrast ratio, or a ghost image and luminescent-spot generating. In order to reduce such the stray light, it is desirable to carry out light absorption nature black processing to the field which does not block the optical path of the incident light in cases, such as various optical elements which constitute fields other than the field of a liquid crystal optical element of operation and projection mold liquid crystal optical equipment, and an electrode holder.

[0174] Specifically, a black coating is applied to the glass side field and substrate side face around a field of operation of the front electrode substrate of a liquid crystal optical element. Moreover, a black coating is applied to the side face and rear face of a flesh-side electrode substrate. Furthermore, also in optical elements, such as a condenser lens, a condensing nature reflective means, and a dichroic mirror, it is desirable to apply a black coating to the field which does not block incident light.

[0175] Next, the structure in the cel of a liquid crystal optical element is explained. Use of a photoresist compound is desirable as a hardenability compound which is not hardened [ which constitutes the above-mentioned liquid crystal solidification object complex from this invention ], and use of a photoresist vinyl system compound is desirable especially. Specifically, a photoresist acrylic compound is illustrated. The thing containing the acrylic oligomer which carries out polymerization hardening by optical exposure especially is desirable.

[0176] For the liquid crystal used by this invention, the refractive index of a solidification object matrix is no of the liquid crystal that what is necessary is just a nematic liquid crystal. Liquid crystal which is in agreement is desirable. Although it may use independently or a constituent may be used, this liquid crystal can be said as it is more advantageous to use a constituent for filling various military requirements, such as an operational temperature range and operating voltage.

[0177] Moreover, as for the liquid crystal used for liquid crystal solidification object complex, it is desirable to dissolve a photoresist compound in homogeneity, when a photoresist compound is used, the hardened material after optical exposure does not dissolve, or considering as what has the difficult dissolution is desirable. Moreover, when using a constituent, what has as near the solubility of each liquid crystal as possible is desirable.

[0178] When manufacturing liquid crystal solidification object complex, a substrate and a counterelectrode substrate are arranged like the conventional usual liquid crystal optical element so that an electrode surface may counter. The seal of the circumference is carried out by the sealant, the mixed liquor for non-hardened liquid crystal solidification object complex is poured in from an inlet, an inlet may be closed, non-hardened mixture [ liquid crystal / a hardenability compound and ] is supplied on one electrode substrate, and as the electrode substrate of another side is piled up, it may be manufactured.

[0179] Into liquid crystal, the liquid crystal optical element of this invention may add dichroism coloring matter, mere coloring matter, and a pigment, or what was colored as a hardenability compound may be used for it. It is not necessary to evaporate the mere solvent and the water which become unnecessary at the time of hardening in this invention by using liquid crystal as a solvent as liquid crystal solidification object complex, and stiffening a photoresist compound by optical exposure. For this reason, since it can harden by the sealing system, the manufacturing method of the impregnation to the conventional cel can adopt as it is, it is reliable, and since it also has the effectiveness of pasting up two substrates with a photoresist compound, dependability becomes high more.

[0180] Thus, by considering as liquid crystal solidification object complex, the danger that an up-and-down electrode will short-circuit needs to control neither orientation nor a substrate gap strictly like the usual TN liquid crystal optical element low, and the liquid crystal optical element which can control a transparency condition and a dispersion condition can be manufactured with very sufficient productivity. In addition, what is necessary is just to set up the ratio of the rectilinear-propagation component and dispersion component which reach on a projection screen so

that it may be controllable and desired display contrast and display brightness can be obtained with the focal distance of paths, such as a spot which is equipment which reduces the diffused light, and a mirror, and a lens.

[0181] When using the equipment which reduces the diffused light like an aperture, in order to raise the brightness of a display, the more parallel thing of the light by which incidence is carried out to a liquid crystal optical element from the light source for projection is desirable, for that purpose, it is high brightness, and it is desirable the light source near the point light source as much as possible and to constitute light source optical system combining a concave mirror, a condenser lens, etc. For that, by using the directive high light source like a laser beam, when the light more near parallel is obtained and a high contrast ratio is obtained, it is effective.

[0182] Furthermore, temperature-control machines, such as a heat sink, a heater, and a Peltier device, can be installed in the front face of a flesh-side electrode substrate with a thermometer, it can use combining the fan for cooling, and the temperature control of the liquid crystal solidification object complex can be carried out to the optimal operating-temperature region.

[0183] What is necessary is just to project the projection mold electrochromatic display optical equipment of this invention, after carrying out color separation of the light from the light source for projection to three colors with two sorts of monotonous mold dichroic mirrors, carrying out incidence to three high-reflective-liquid-crystal optical elements, reflecting and carrying out color composition of the light which carried out outgoing radiation with two sorts of same monotonous mold dichroic mirrors. For this reason, not only the electrochromatic display that projects an image on a large-sized projection screen but a reflective mold optical modulator and a lighting system are included.

[0184]

[Function] Since it is considering as the liquid crystal optical element of a reflective mold using liquid crystal solidification object complex in this invention, the dispersion property that the liquid crystal solidification object complex of thin thickness is also expensive can be acquired, and a high contrast ratio is obtained as a property of the component itself.

[0185] Moreover, the dichroic mirror for color separation composition consists of two two-sort monotonous mold dichroic mirrors. Include angle of the optical axis in optical system, and the perpendicular of a dichroic mirror side to make Sequential arrangement is carried out without making two dichroic mirrors cross so that  $\alpha_1$  and  $\alpha_2$  may become 20 degrees - 35 degrees. Since it arranges so that the include angle  $\beta$  which two sorts of dichroic mirror sides make may become 40 degrees - 70 degrees, while the spectral characteristic of color separation composition of a dichroic mirror is excellent, a color separation composition system can be miniaturized.

[0186] Moreover, the optical system which consists of a light source system, a color separation composition system, and a reflective mold liquid crystal display component can be miniaturized by the arrangement configuration of each component mentioned above. Furthermore, the light reflected by the high-reflective-liquid-crystal optical element is condensed, and the miniaturization of the whole projection mold electrochromatic display optical equipment is attained by using the projector lens which has the diaphragm corresponding to the magnitude of the opening image for the location which generates opening of the 2nd focal location of an ellipse mirror, and an image [\*\*\*\*].

[0187] Moreover, by interlocking and making adjustable the aperture diaphragm of the 2nd focal location of an ellipse mirror, and the aperture diaphragm of a projector lens, according to surrounding brightness, the brightness and the contrast ratio of incident light on a screen can be adjusted, and visibility improves.

[0188] Moreover, two sorts of dichroic mirrors have distribution so that a difference of the spectral transmittance corresponding to a difference of the optical incident angle of the location within the field may be reduced and the spectral transmittance within a dichroic mirror side may differ in the location within a field. Moreover, since cone-like prism or a cone-like reflector is arranged near the aperture diaphragm arranged in the light source system for projection in the 2nd focal location of an

ellipse mirror, projection mold liquid crystal optical equipment excellent in the homogeneity of the field intrinsic-light intensity distribution of screen incident light and color distribution is obtained. [0189] Moreover, the reflex function layer of a high-reflective-liquid-crystal optical element shows a high reflection factor while an optical reflector with sufficient surface smoothness is acquired compared with the reflective film by the metal membrane, since the refractive index uses relatively the reflective film by the dielectric multilayers to which a high translucency dielectric thin film and a high refractive index come to carry out the laminating of the low translucency dielectric thin film relatively, consequently a high contrast ratio is obtained.

[0190] Furthermore, since a spectral reflectance can be adjusted to arbitration according to the configuration of the reflective film by dielectric multilayers and it has wavelength selection reflexivity, the effectiveness of the same reflective mold light filter as the color filter of a light absorption mold is acquired. Especially, the dichroic mirror for color separation composition is prepared between light source optical system and a high-reflective-liquid-crystal optical element, incidence is carried out to three high-reflective-liquid-crystal optical elements from which color separation light differs, and a high-reflective-liquid-crystal optical element with high color purity and rate for Mitsutoshi is obtained by considering as the spectral reflectance which has wavelength selection reflexivity with which at least one of the reflex function layers of two or more of those liquid crystal optical elements compensates the fall of the color purity by the dichroic mirror for color separation composition.

[0191] Using CPT which is the structure by which much thin lead wire was densely embedded into the insulator ingredient substrate moreover, by considering as the configuration by which the reflector was formed between CPT and liquid crystal solidification object complex as a rear-face electrode substrate of a high-reflective-liquid-crystal optical element The projection mold liquid crystal display which became the structure which carried out separation association of a reflective mold light modulation element part and the electric-field impression component part through CPT, especially used the means write-in [ optical ] using photoconductor as an electric-field impression means of image information, the charge write-in means using CRT, etc. is obtained.

[0192]

[Example]

(Example 1) Next, the example of this invention is explained with reference to a drawing. The configuration of the reflective mold liquid crystal display cel of this example is shown in drawing 13. ITO transparent electrode 636 by which patterning was carried out to the single-sided front face of a glass substrate ("7059" by Corning, Inc.) as a pixel It prepares and is the flesh-side electrode 636 for every pixel of this. Polycrystalline silicon TFT639 Three arranged flesh-side electrode substrates were produced.

[0193] furthermore, this each flesh-side electrode substrate top -- SiO<sub>2</sub> of a refractive index 1.45 TiO<sub>2</sub> of a refractive index 2.35 alternation -- each -- dielectric multilayers 637 from which a 20-layer laminating is carried out by optical thickness  $nd=\lambda/4$  ( $\lambda$ : wavelength in each RGB), and a reflection factor becomes 99% or more by the each RGB wavelength range the reflective film to twist -- the screen whole -- a vacuum deposition method -- forming -- flesh-side electrode substrate 633 It created.

[0194] It is a light-shielding film 640 on the dielectric multilayers of the location corresponding to [ in order to intercept completely the leakage light which penetrates dielectric multilayers among incident light and carries out incidence to TFT and to control degradation of the image quality accompanying the photosensitivity of TFT ] TFT of each pixel of a rear-face electrode substrate. It formed. Not Cr metal membrane that forms membranes to a front electrode substrate in a transparency mold active-matrix liquid crystal display component, and is usually used but the black by which the detailed carbon particle was distributed in photosensitive polymer, and the high photosensitive polymer (Fuji hunt electronics technology company: CK-2000) of electric insulation were used for the light-shielding film used here.



[0195] In this case, the property of TFT is degraded in order that the dielectric multilayer reflecting mirror which intervenes between TFT and a metal membrane may act as a capacity, if a metal membrane is used for a light-shielding film. Furthermore, since incident light will be reflected by reflection of a surface of metal in the case of a reflective mold, it is because a TFT part does not serve as protection from light corresponding to black.

[0196] Detailed irregularity is formed in extent which reduces the normal reflected light for the whole surface of a glass substrate, and does not reduce the transmitted light extremely on the other hand, and it is the ITO transparent electrode 635 on it further. It forms and is the front electrode substrate 631. It carried out. This flesh-side electrode substrate 633 Front electrode substrate 631 The seal of the periphery was carried out by the sealant, and the reflective mold cel of three RGB was produced.

[0197] The cel configuration was [ 640 480 length x width and each pixel size of 4.4 inches of vertical angles and the number of pixels ] 140micrometerx140micrometers. Moreover, in this reflective mold cel, since it is not necessary to form the light-shielding film which was required for the conventional TN liquid crystal optical element on a front electrode substrate, the numerical aperture of a pixel indicates the high value to be 58% in the state of the transparency mold cel before forming the reflective film. Moreover, a diagonal dimension and each dimension in every direction are larger than this, or it is also possible to form a TFT cel with a still higher pixel consistency.

[0198] Furthermore, since a part for an are recording part by volume was also used as opening by forming the reflective film by dielectric multilayers and considering as a reflective mold cel, the value with a as big numerical aperture as 67% was acquired. When the TN liquid crystal optical element of the transparency mold conventional with the same TFT configuration was used, the numerical aperture remained in 40% and a low value with light-shielding film formation.

[0199] In the above-mentioned cel, deltan injected into the cel the solution with which about 0.24 and deltaepsilon dissolved about 16 nematic liquid crystal in an acrylate monomer, 2 organic-functions urethane acrylate oligomer, a photo-curing initiator, and homogeneity, stiffened liquid crystal solidification object complex by ultraviolet-rays exposure, and produced the reflective mold liquid crystal display cel which is three pieces whose amounts of liquid crystal are 68wt(s)%.

[0200] When the applied voltage used as 90% of permeability of saturation permeability was defined as driver voltage, each driver voltage of these high-reflective-liquid-crystal optical elements was 6V. Furthermore, it is the charge 641 of black-colored for light absorption in order to reduce rear-face reflection of the transmitted light on the front face of the flesh-side electrode substrate of a high-reflective-liquid-crystal optical element. It applied. And the heat sink with a built-in heater in which the thermocouple for thermometries was attached from on the was pasted up, and the air cooling fan was prepared back. Acting as the monitor of the temperature of this thermocouple in the state of an actual projection display, it considered as heater heating and the device which can carry out air cooling compulsorily so that the temperature of each high-reflective-liquid-crystal optical element might be held in 35-degree-C range in which it is \*\*5 degrees C.

[0201] it is shown in drawing 1 - drawing 2 -- as -- these three reflective mold liquid crystal display components 31A, 32A, and 33A for RGB The with a focal distance of 180mm flat-surface side of the planoconvex spherical lenses 31B, 32B, and 33B was joined to the front electrode substrate with optical adhesives, and it considered as the reflective mold liquid crystal display component blocks 31, 32, and 33. The antireflection film corresponding to each wavelength band is formed in a lens convex, and the reflection factor is stopped to 0.1% or less.

[0202] Next, they are the light source system 1 of drawing 1 and drawing 2 , the color separation composition system 2, and the projection lens system 4 about these reflective mold liquid crystal display component blocks 31, 32, and 33. Projection mold electrochromatic display optical equipment was constituted combining the projection mold equipment which it had. Light source optical system 1 for projection It set, 250W and a metal halide lamp with an arc length of 5mm were



used for the light source 11, and it condensed in the ellipse mirror 12 with a cold mirror. The light-emitting part of the light source 11 has been arranged near the 1st focus of an ellipse mirror, and the cone-like prism 14 has been arranged near the 2nd focus of an ellipse mirror.

[0203] Cone-like prism was made into the sense in which light carries out incidence from the base, and light carries out outgoing radiation to a vertical-angle side, and after it processed and ground optical glass so that a vertical angle might become 120 degrees, it formed the antireflection film in the front face. Furthermore, the diameter of opening installed the aperture diaphragm 13 which is adjustable in the optical outgoing radiation side of cone-like prism.

[0204] It sets to optical system and is the main optical axis 5 about the bisection shaft of the optical axis of the incident light to a reflective mold liquid crystal display component, and the optical axis of the reflected light from a reflective mold liquid crystal display component. If it sets Two two-sort monotonous mold dichroic mirrors 21 and 22 which are color separation composition means The normal and main optical axis 5 Sequential arrangement was carried out without making it cross so that the include angle to make may become 30 degrees, and so that the include angle beta at which the mirror side makes two dichroic mirrors may become 60 degrees.

[0205] Moreover, it has been arranged so that the include angle gamma with the optical axis of the perpendicular of the reflector of a reflective mold liquid crystal display component, incident light, and the reflected light to make may become 6 degrees. Moreover, the flat surface which becomes settled with the optical axis of incident light and the optical axis of the reflected light in the reflector of a high-reflective-liquid-crystal optical element, and the flat surface which becomes settled with the normal of two dichroic mirrors have arranged so that it may intersect perpendicularly.

[0206] With the projection mold electrochromatic display optical equipment of this example, in drawing 1 and drawing 2, the red wavelength light R is reflected with the 1st monotonous mold dichroic mirror 21, the blue wavelength light B is reflected with the 2nd monotonous mold dichroic mirror 22, and it is considering as the configuration which the green wavelength light G penetrates. The spectral characteristic of a dichroic mirror had the high design degree of freedom compared with a notch mold filter like G reflection of the direction of an edge mold filter like R reflection or B reflection, and since color purity tends to have improved, it was made into such a configuration specification.

[0207] It has the spectral characteristic of a short wavelength transparency mold which the 1st monotonous mold dichroic mirror 21 reflects orange (R) with a visible wavelength of 575nm or more among the light from a light source system, and penetrates other wavelength light. What has the spectral characteristic of a long wavelength transparency mold which reflects blue (B) with a visible wavelength of 500nm or less among the light from the 1st monotonous mold dichroic mirror transmitted light, and penetrates other wavelength light was used for the 2nd monotonous mold dichroic mirror 22. The 1st and 2nd monotonous mold dichroic mirror transmitted lights were green (G).

[0208] it is shown in drawing 1 -- as -- light source system 1 from -- two dichroic mirrors 21 and 22 arranged in the meantime since the light by which outgoing radiation was carried out turns into emission light and it is emitted to the high-reflective-liquid-crystal optical element blocks 31, 32, and 33 An incident angle changes with locations within a field.

[0209] That is, in the top view of drawing 1, in the 1st monotonous mold dichroic mirror 21, whenever [ incident angle / of an incident ray ] serves as a value as small than alpha 1 as the drawing Nakagami side of a dichroic mirror, and whenever [ incident angle / of an incident ray ] serves as a value as small than alpha 2 as the drawing Nakashita side of a dichroic mirror with the 2nd monotonous mold dichroic mirror 22.

[0210] Thus, compared with a top, even when the incident angles to a dichroic mirror differ in a field, thickness distribution of the dielectric multilayers which determine the spectral characteristic of a dichroic mirror is forming the bottom with the 2nd monotonous mold dichroic mirror with the

1st monotonous mold dichroic mirror so that the bottom may become thick compared with the bottom, so that the spectral characteristic within a field may become the same.

[0211] Since the incident light and the reflected light of a high-reflective-liquid-crystal optical element pass along the same projection optical path by the top view of drawing 1, the effect of oblique incidence is the same at incident light and the reflected light, and the spectral characteristic of the above-mentioned dichroic mirror is effective. Moreover, with the side elevation of drawing 2, there is little effect to which it does to the spectral characteristic since it is small compared with 30 degrees [ in / in the tilt angle based on angular dispersion / the top view of 6 degrees and drawing 1 ] although, as for the incident light and the reflected light of a high-reflective-liquid-crystal optical element, incident angles differ. Therefore, what is necessary is just to form thickness distribution of the dielectric multilayers of a dichroic mirror in bearing in space in the top view of drawing 1.

[0212] With such a configuration, as mentioned above, although the color purity of B-G was satisfactory, in order that yellow (wavelength of 575nm - 595nm) might mix into R, red with high purity was not obtained but it became orange by as [ this ]. When using the metal halide lamp especially, it is easy to produce a luminescence peak strong against this wavelength region, and degradation of color purity becomes remarkable. Then, reflective mold liquid crystal display component 31A for R It considered as the die clo IKKU filter which has the spectral characteristic of the short wavelength transparency mold which reflects the light wavelength of 595nm or more, sets the reflective film by dielectric multilayers, and penetrates the light to at least 575nm - 590nm.

[0213] In addition, in order to amend a difference of the optical path length of BGR accompanying dichroic mirror transparency and reflection, they are each reflective mold liquid crystal display cels 31A, 32A, and 33A. Joined condenser lenses 31B, 32B, and 33B Thickness was made to differ. Namely, what has a thick condenser lens was used in order for the object for R, the object for B, and G.

[0214] The emission light emitted from the opening 13 near the 2nd focus of the ellipse mirror of a light source system Thus, dichroic mirrors 21 and 22 for color separation composition After color separation was carried out to RGB, Each reflective mold liquid crystal display components 31A, 32A, and 33A Joined condenser lenses 31B, 32B, and 33B Yukimitsu Taira is formed mostly and they are the reflective mold liquid crystal display components 31A, 32A, and 33A. Incidence is carried out. It is again condensed with the same condenser lens, and the reflected light from the reflector of a reflective mold liquid crystal display component is generated by the location where opening near the 2nd focus of an ellipse mirror and an image [ \*\*\*\* ] do not lap with opening of the 2nd focal location of an ellipse mirror.

[0215] It is the incident light study system 4 so that an incident light study system consists of a projector lens and a diffused-light removal system, and the diaphragm 41 which is equipment which reduces the diffused light may be considered as the configuration which can carry out adjustable [ of the diameter of opening ], it may be installed in the interior of the projector lens 42 with which it consists of two or more lenses and the opening 13 of the 2nd focal location of an ellipse mirror and an image [ \*\*\*\* ] may correspond to the variable-aperture location of a projector lens. It has arranged. Incident light study system 4 which includes this drawing 41 in a component It is projected by the projection screen which is not illustrated.

[0216] At this time, the directivity of the incident light to a reflective mold liquid crystal display component is the light source optical system 1. The diameter  $\psi$  and condenser lenses 31B, 32B, and 33B of the adjustable aperture diaphragm 13 The angle of divergence which becomes settled with a focal distance  $f$ , and  $\delta 1 (=2\tan^{-1}(\psi/2f))$  can express. Moreover, incident light study system 4 The diameter  $\phi$  and condenser lenses 31B, 32B, and 33B of the adjustable aperture diaphragm 41 for diffused-light removal The converging angle  $\delta 2$  which is a directive angle of divergence of the light on which it is projected with a focal distance  $f$  becomes settled.

[0217] Light source system 1 The adjustable type aperture diaphragm 13 and incident light study system 4 The 2nd aperture diaphragm 41 of an adjustable type has it, in order that adjusting and carrying out adjustable [ of each opening diameter ] so that the angle of divergence  $\delta 1$  and the converging angle  $\delta 2$  of an outgoing beam of light source optical system may become almost equal may not degrade the rate for Mitsutoshi, and a contrast ratio. [ desirable ]

[0218] Using the projection mold color liquid crystal display of such a configuration, the adjustable type aperture diaphragm 13 of a light source system, and the adjustable type 2nd aperture diaphragm 41 of an incident light study system were changed under the conditions of  $\delta 1 = \delta 2$ , include-angle  $\delta 1 = \delta 2$  were changed, and the contrast ratio and the flux of light on a projection screen were measured. The result was summarized in Table 1.

[0219] In addition, Table 1 shows what obtained the engine performance at the time of using the high-reflective-liquid-crystal optical element in which the TFT array was formed by optical count from the measurement result using the reflective mold optical element by which dielectric multilayers were formed as a reflector on the transparent electrode film as a rear-face electrode substrate.

[0220]

[Table 1]

角度 $\delta 1$ ( $= \delta 2$ )	コントラスト比	光束 (ルーメン)
4°	300	370
6°	200	700
8°	120	1000
10°	90	1300
12°	60	1500

[0221] In order to obtain the high contrast display with sufficient visibility since the quantity of light of the black level of an image increases under the effect of an ambient light when bright in the interior of a room in which the projection screen was installed, it is desirable to set an include angle  $\delta 1 (= \delta 2)$  as 10 degrees - about 12 degrees, and to take a large incident light bundle. On the other hand, in order for the screen brightness beyond the need to serve as dazzle and to reduce visibility while there is no effect of an ambient light and the quantity of light of the black level of an image is recognized directly when dark in the interior of a room, it is desirable to set an include angle  $\delta 1 (= \delta 2)$  as 4 degrees - about 6 degrees, to take a high contrast ratio, and to reproduce black level gradation nature.

[0222] Use of two adjustable apertures in this example was able to adjust easily the brightness and the contrast ratio of the screen projection image according to the light and darkness of such a perimeter environment. Moreover, the quantity of light distribution on a screen had 50% or more and high homogeneity also in the circumference to the core, and was uniform. [ of the field internal division cloth of a color ]

[0223] Moreover, the RGB color purity of a projection image was what shows the color purity more than CRT and attains the specification color purity of NTSC also including a white chromaticity coordinate.

[0224] Although the polycrystal Si with lightfastness high as a active matrix was used in this example, an amorphous silicon may be used as long as it raises whenever [ protection-from-light ] by forming a light-shielding film thickly. Moreover, the active matrix which formed the transistor for every pixel on Si single crystal wafer is sufficient. In this case, since color purity of R light cannot be raised by making an unnecessary light penetrate using a filter operation of a dielectric multilayer

reflecting mirror, it is necessary to prepare the filter which cuts the light of 575nm - 590nm wavelength region separately into the optical path of R light.

[0225] (Example 2) In the example 1, when the aluminum film was used as reflective [ a flesh-side electrode-cum-] film instead of a flesh-side electrode and the reflective film, it was include-angle  $\delta_1 (= \delta_2) = 6$  degree, and the contrast ratio was 90 and the flux of light was 600 lumens. Moreover, red color purity was bad and became orange. However, by changing the thickness configuration of the dielectric multilayers which constitute the 1st dichroic mirror 21, and degrading the sharpness of the color separation spectral characteristic, the yellow component (565nm - 585nm) was reduced, and, as a result, the color purity of RGB of CRT extent was obtained.

[0226] (Example 1 of reference) It sets in the example 2 and is condenser lens 31B for R. Reflective mold liquid crystal display component 31A after applying to the whole surface the color filter which penetrates the light 590nm or more to a flat side, and absorbs short wave Nagamitsu It joins. Consequently, compared with an example 2, red color purity improves in the about one example.

[0227] (Example 2 of reference) It sets in the example 1 and is the light source system 1. Cone-like reflector 15a was used instead of the cone-like prism 14, and it considered as the configuration shown in drawing 4 . A glass block is processed and ground in the shape of a cone so that the vertical angle  $\theta_{tab1}$  may become 160 degrees, and the cold mirror which reflects the light in a cone-like front face and penetrates infrared light is formed. while arranging such a cone-like reflector near the 2nd focal location of 12 of an ellipse mirror -- ellipse mirror 12 from -- the optical axis and the color separation composition system 2 of incident light the optical axis of outgoing radiation light accomplishes the include angle of 60 degrees -- as -- light source system 1 It arranges. Consequently, a property comparable as an example 1 is acquired.

[0228] (Example 3 of reference) In an example 1, in order to reduce the reflected light from other than the pixel electrode on a flesh-side electrode substrate and to shade an active element enough, while forming a metal membrane instead of the photosensitive polymer light-shielding film of electric insulation on dielectric multilayer reflecting mirror sides other than a display pixel electrode, it wires so that it may be in agreement with the transparent electrode potential of a front electrode substrate in the electrode potential. The enlarged drawing of the structure of such a reflective mold liquid crystal display component is shown in drawing 28 and drawing 29 . Drawing 28 is a top view and drawing 29 is the sectional view of cutting-plane-line X1-X2 of drawing 28 .

[0229] Consequently, since all parts other than a display pixel electrode will be in the dispersion condition corresponding to applied-voltage 0V, they serve as a dark display, its contrast ratio improves, and degradation of the projection image accompanying generating of an optical beam induced current is improved also to strong incident light. At this time, if the laminating of the antireflection film is carried out on the metal membrane which touches a liquid crystal solidification object complex layer, the dark level of parts other than a display pixel electrode will fall further, and a contrast ratio will improve.

[0230] (Example 4 of reference) In an example 1, the example in the case of using an amorphous silicon TFT active matrix as a reflective mold liquid crystal display component is explained below.

[0231] The sectional view of the reflective mold TFT array produced on the single-sided front face of a glass substrate is shown in drawing 26 . first, glass substrate 833 a top -- the gate electrode of a TFT array -- forming -- further -- a this top -- three layers, a gate insulator layer, an amorphous silicon semi-conductor layer, and a protection insulator layer, -- membrane formation and patterning -- carrying out -- next, source electrode 862 And membrane formation and by carrying out patterning, a wiring electrode and an active element are produced for drain electrode 836A.

[0232] In addition, in order to intercept completely the leakage light which carries out incidence to TFT among incident light and to control degradation of the image quality accompanying the photosensitivity of TFT, it is each TFT839 of a rear-face electrode substrate. A light-shielding film may be formed in the corresponding location. this flesh-side electrode substrate top with which the above-mentioned TFT array was formed in order to consider as a reflective mold liquid crystal

display component -- SiO<sub>2</sub> of a refractive index 1.45 Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> of a refractive index 2.1 alternation -- each -- dielectric multilayers 837 from which a 23-layer laminating is carried out by optical thickness  $nd = \lambda / 4$  ( $\lambda$ : wavelength in each RGB), and a reflection factor becomes 98% or more by the each RGB wavelength range. The reflector to depend is formed in the whole screen. At this time, they are each dielectric multilayers 837. The total thickness is about 1.6 to 2.1 micrometer.

[0233] furthermore, every -- dielectric multilayers 837 corresponding to drain electrode 836A of TFT a location -- contact hole 861 as transparence pixel electrode after forming 836B -- ITO -- membrane formation and patterning -- carrying out -- reflective mold rear-face electrode substrate 833. Three sheets are produced. Drain electrode 836A and dielectric multilayers 837 which were formed in the flesh-side electrode substrate side at this time. It considers as a configuration which is covered and arranged under transparence pixel electrode 836B without locating TFT and the wiring electrode of most pixels among transparence pixel electrode 836B, while transparence pixel electrode 836B formed upwards secures a flow.

[0234] Dielectric multilayer reflecting mirror 837. It excels in thermal resistance, and since an optical property does not change even if it passes through the heating process after membrane formation, a high reflection factor is maintainable. On the other hand, in the case of the aluminum mirror, when it passes through the heating process after membrane formation, it is known that surface smoothness will deteriorate remarkably and an effectual reflection factor will fall.

[0235] moreover, dielectric multilayer reflecting mirror 837 since thickness is as large as 1 micrometers or more, even if it puts a transparence pixel electrode on data wiring or gate wiring -- since the capacity of a lap is small -- an electrical signal wave -- becoming blunt -- etc. -- the serious failure on a TFT drive is avoidable. Moreover, like an example 1, in order to reduce rear-face reflection of the residual transmitted light on the rear face of a flesh-side electrode substrate, it is the light absorption black coating 841. It applies.

[0236] Moreover, front electrode substrate 831. It carries out, detailed irregularity is formed by the sandblasting method for spraying abrasives only on the part corresponding to the screen, and it is the ITO transparent electrode 835 on it. The glass substrate which reduced the normal reflected light in an interface was used by forming membranes. This front electrode substrate 831. In a transparent electrode side, protection-from-light nature may be raised by forming a light-shielding film in parts other than transparence pixel electrode 836B, and the location corresponding to TFT.

[0237] This flesh-side electrode substrate 833. Front electrode substrate 831. The seal of the periphery is carried out by the sealant, and the reflective mold cel of three RGB is produced. In a cel configuration, 2.1 inches of vertical angles and the number of pixels set 640 480 length x width and each pixel size to abbreviation 67micrometerx67micrometer. Moreover, a contact hole is minded and they are the dielectric multilayers 837. About 85% of high value is secured, and the pixel occupancy area (numerical aperture) of transparence pixel electrode 836B formed upwards can realize a big numerical aperture by leaps and bounds compared with the conventional TN liquid crystal optical element.

[0238] Like [ this ] an example 1, liquid crystal solidification object complex is poured in and exposed, and three reflective mold liquid crystal display components are produced. Each driver voltage of these reflective mold liquid crystal display components operates by abbreviation 5.5V and low driver voltage.

[0239] Furthermore, it is the charge 841 of black-colored for light absorption to the rear face of the flesh-side electrode substrate of a reflective mold liquid crystal display component like an example 1. It applies, a heat sink with a built-in heater in which the thermocouple for thermometries was attached from on the is pasted up, and it considers as the device in which an air cooling fan is prepared back and the temperature of a liquid crystal display component can be adjusted.

[0240] As compared with the projection mold liquid crystal display of an example 1, except that the following components differ, it considers as the configuration of the same optical system. It sets to

drawing 1 - drawing 2, and they are the planoconvex spherical lenses 31B, 32B, and 33B. It carries out, a planoconvex spherical lens with a focal distance of 120mm is used, and it is the light source system 1. It sets and 150W and a metal halide lamp with an arc length of 4mm are used for the light source 11.

[0241] In order to remove the yellow (Y: wavelength of 575nm - 595nm) mixed in (R) among red in this example of reference, it is condenser lens 31B. Liquid crystal display component 31A It equips with a colored glass filter (Hoya Corp.: sharp cut filter R-60) in between.

[0242] The projection mold color liquid crystal display of such a configuration is used, and it is the light source system 1 under the conditions of  $\delta 1 = \delta 2$ . The adjustable type aperture diaphragm 13, and the adjustable type 2nd aperture diaphragm 41 of an incident light study system were changed, include-angle  $\delta 1 = \delta 2$  were changed, and the contrast ratio and the flux of light on a projection screen were calculated optically. The result is shown in Table 2.

[0243]

[Table 2]

角度 $\delta 1$ ( $= \delta 2$ )	コントラスト比	光束 (ルーメン)
4°	330	280
6°	220	530
8°	140	750
10°	100	980
12°	70	1100

[0244] In spite of using the lamp of a small liquid crystal display component and a low power compared with the example 1, it is possible to realize high efficiency for light utilization.

[0245] (Example 5 of reference) Dielectric multilayer reflecting mirror 837 out of the configuration of the example 4 of reference A SiN insulator layer and an aluminum reflector layer are used instead of transparence pixel electrode 836B.

[0246] As shown in drawing 26, it is the SiN insulator layer 837 on a TFT array. After about 2 micrometers' forming membranes and forming a contact hole, aluminum reflector layer 836B is formed and drain electrode 836A and a flow are secured. After carrying out flattening of the front face by polish after aluminum membrane formation, patterning is carried out as a pixel electrode. The configuration of this reflective mold liquid crystal display component is indicated by the 5-30-page "reflective mold high density TFT array of liquid crystal projection mold television for Hi-Vision" of for example, the collection of the Institute of Electronics, Information and Communication Engineers autumn national conference drafts in 1989. Other configurations are the same as the example 4 of reference.

[0247] consequently, that the direction of an aluminum mirror has a low reflection factor compared with a dielectric multilayer reflecting mirror and a flat specular reflection side -- profit -- being hard -- the same property is acquired from things except efficiency for light utilization and a contrast ratio being a little inferior compared with the example 4 of reference.

[0248] (Example 6 of reference) the example 4 of reference -- setting -- front electrode substrate 831 \*\*\*\*\* -- after a light-shielding film (black matrix) is formed in a flat glass front face, the transparent electrode film which has the acid-resisting effectiveness of the three-tiered structure of ITO/SiO<sub>2</sub> / ITO is formed. Consequently, as compared with the example 4 of reference using the front electrode substrate with which the detailed concave convex was formed, the same property is acquired except a contrast ratio falling about 30%.

[0249] (Example 7 of reference) It sets for the example 4 of reference, and is the light source

system 1. A diffusion plate is used instead of the cone-like prism 14. Consequently, in order that the flux of light near a screen core may decrease as compared with the example 4 of reference, a comparable property is acquired except efficiency for light utilization carrying out an abbreviation reduction by half.

[0250] (Example 8 of reference) It sets for the example 4 of reference, and is the light source system 1. It uses combining an ellipse mirror and a spherical mirror as shown in drawing 25 instead of. [ an ellipse mirror single as a converging mirror ] While a cold mirror is formed in each reflector and arranging the light-emitting part of the light source 11 near the 1st focus of an ellipse mirror, it adjusts so that it may be mostly in agreement with the center of curvature of a spherical mirror. Furthermore, the cone-like prism 14 is arranged near the 2nd focus of an ellipse mirror.

Consequently, efficiency for light utilization improves as compared with the example 4 of reference.

[0251] (Example 1 of a comparison) Although the contrast ratio is comparable when using the optical system of the conventional type shown in drawing 20 which uses a single condenser lens and 45-degree incidence crossover monotonous dichroic mirror as a component instead of and drawing 21 , [ the optical system of an example 1 ] The screen flux of light and color purity are inferior compared with an example 1, the volume of the whole optical system enlarges them more than with two times compared with an example 1, and further, since the shade corresponding to the intersection of a dichroic mirror is projected in the center of a projection image, they do not serve as uniform quantity of light distribution.

[0252] (Example 2 of a comparison) Although the contrast ratio is comparable when using the optical system of the conventional type which showed the single condenser lens and 45-degree incidence dichroic prism to drawing 18 used as a component, and drawing 19 instead of the optical system of an example 1, the screen flux of light, quantity of light distribution homogeneity, and color purity will be inferior compared with an example 1, and the volume of the whole optical system will enlarge them more than with two times compared with an example 1.

[0253] (Example 3 of a comparison) Although color purity is comparable when using the optical system of the conventional type which showed the single condenser lens and the prism block color separation composition system to drawing 31 used as a component instead of the optical system of an example 1, the screen flux of light, quantity of light distribution homogeneity, and a contrast ratio will be inferior compared with an example 1, and the volume of the whole optical system will enlarge them more than with two times compared with an example 1.

[0254] The example of reference which shows the above-mentioned examples 1 and 2 and various kinds of embodiments was summarized in Table 4 (an example B1, B-2 and the examples b1-b8 of reference, examples B1-B3 of a comparison).

[0255] Moreover, it has not a pixel electrode but the solid electrode for image display, and about the liquid crystal optical equipment in the case of the easier structure where it uses for a full color lighting system etc., optical count performs an engine-performance comparison and the result (the examples A1-A6 of reference, the example A1 of a comparison - A3) is shown in Table 3.

[0256] Approximation-values in performance, conditions, etc. of each component in this optical count are shown in Table 5. Although it is difficult to carry out simulation of the optical actuation of an actual ellipse mirror or a high-reflective-liquid-crystal optical element completely, the approximate solution of extent which is on practical use and can be used is obtained.

[0257]

[Table 3]

表3: 種別A 「照明用投射型カラー液晶光学装置」

\* 表3と表4中の略語は表5に説明する。

例	LCDと集光手段と色分離手段の光学的配置など	LCD中の反射機能層	光源系	特 性				総合評価
				照明効率	均一性	色純度	容積と重さ	
A 1	一枚の平板型ダイクロックミラーをV字状に配置し、RGB毎にコンデンサーレンズと、反射機能層を備えたLCDパネルを△(デルタ)状に対向配置した光学系	ML	EM + P	◎	◎	◎	○	◎
A 2		AL	EM + P	○	◎	△	○	○
A 3		ML	EM + M	◎	◎	◎	○	◎
A 4		ML	EM + dif	△	△	◎	◎	○
A 5		ML	EM+SM, +P	☆	◎	◎	◎	☆
A 6		ML	PM +lens	◎	△	◎	△	○
比較例 A1	45°入射、直交差型のダイクロックミラーとレンズ付LCD	ML	PM +lens	△	×	△	×	×
		AL	EM + P	△	×	×	△	×
比較例 A2	45°入射、直交差型のダイクロックミラーとレンズ付LCD	ML	PM +lens	△	△	△	×	×
		AL	EM + P	△	◎	×	△	×
比較例 A3	三個のガラス板を用いた光学系	ML	PM +Lens	△	△	◎	×	×
		AL	EM + P	△	◎	△	×	×

条件: ①カラーフィルタなし、かつ②凹凸形状を表基板の透明電極側に形成 表中の評価単位: ☆&gt;◎&gt;○&gt;△&gt;×

[0258]

[Table 4]



表4 : 種別B 「画像投射表示用の投射型カラー液晶光学装置」

例	LCD、集光手段、色分離手段の光学的配置	かみ フィルム	基板板 の光学 的処理	LCD 中 の反射 機能層	光源系	特 性				総合評価
						投射光効 率	コントラスト比	均一性	色純度	容積 量さ
B 1	二枚のダイクロイグミ	なし	凹凸	ML	EM + P	◎	◎	◎	◎	○
B 2	ミをV字状に配	なし		Al	EM + P	○	○	◎	△	○
b1	置し、かつRGB	有り		Al	EM + P	○	○	◎	◎	○
b2	毎にエッジカラー	なし		ML	EM + M	◎	◎	◎	◎	○
b3	と反射機能層	有り		ML	EM + P	◎	◎	◎	◎	○
b4	とを備えたLCDが	有り		ML(2)	EM + P	☆	◎	◎	◎	○
b5	視を△(ケル) 状	有り		Al(2)	EM + P	◎	○	◎	◎	☆
b6	に對向配置した	有り		ML(2)	EM + P	☆	△	◎	◎	○
b7	光学系	有り	AR	ML(2)	EM+dif.	△	◎	△	◎	○
b8		有り	凹凸	ML(2)	EM+SM,+P	☆以上	◎	◎	◎	○
比較 例 B1	45°入射、直交 交差型ダイクロイグミ とレンズ付LCD	なし		ML	PM+Lens	△	△	×	△	×
比較 例 B2	45°入射、直交 交差型ダイクロイグミ とレンズ付LCD	有り		AL	EM + P	△	△	×	△	×
比較 例 B3	三個のカミから なるカミ加ックを 用いた光学系	なし		ML	PM+Lens	△	△	○	◎	×
		有り		AL	EM + P	△	△	◎	◎	×

[0259]

[Table 5]

表 5

No.	構成要素名	構 成	用いた特性値
1	カラーフィルタ	色純度改善用の光吸収型カラーフィルタ	赤主波長 有り -- 610nm なし -- 590nm
2	基板板 (TFT側)	凹凸 AR ..... 微細な凹凸形状 ..... 無反射コート	界面反射 $\leq 0.2\%$ $\geq 0.6\%$
3	反射機能層 (ミラー面)	ML A1 ..... 誘電体多層膜ミラー ..... アルミニウム金属膜ミラー  ML (2) ..... 誘電体多層膜ミラー上に形成された透明画素電極と能動素子の一端子とを、誘電体多層膜ミラー層に形成したコンタクトホールを通して導電接続  A1 (2) ..... 絶縁体 (誘電体多層膜など) 上に形成されたアルミニウム金属電極と能動素子の一端子とを、絶縁体の層に形成したコンタクトホールを通して導電接続	反射率 $\times$ (開口率) 65% 48%  83%  61%
4	光源系	EM ..... 楕円鏡 PM+lens ..... 放物面鏡とレンズ EM+SM ..... 楕円鏡と球面鏡の組み合わせ	相対的効率 (集光角) 70 (8°) 50 (12°) 100 (8°)
	a) 反射手段  b) 集光手段	P (prism) ..... 錐体プリズム M (mirror) ..... 錐体反射体 dif. .... 光拡散板 (ディフューザ)	相対的効率 95 100 40

[0260] (Example 9 of reference) Instead of the reflective mold liquid crystal display component formed for every pixel, TFT of an example 1 uses the space optical modulator of a reflective mold, as shown in drawing 14. Flesh-side electrode substrate 643 It carries out and FAP is used. FAP is the glass substrate which sliced and ground what bundled and welded the optical fiber with a diameter of 10 micrometers which uses small glass as a clad for big glass relatively [ a core and a

refractive index ] relatively [ a refractive index ].

[0261] It is a transparent electrode 646 to this one side of FAP. It carries out and is SnO<sub>2</sub>. Membranes are formed. Furthermore, they are the amorphous silicon photoconductive layer 649 (10 micrometers of thickness), and a light-shielding film 650 on it. It carries out and sequential formation of the CdTe film (1 micrometer of thickness) is carried out. the last -- SiO<sub>2</sub> of a refractive index 1.45 TiO<sub>2</sub> of a refractive index 2.35 alternation -- each -- dielectric multilayers 647 from which a 40-layer laminating is carried out by optical thickness  $nd=\lambda/4$  ( $\lambda$ : main wavelength in each RGB wavelength range), and a reflection factor becomes 99.9% or more by the each RGB wavelength range the reflective film to twist -- a it top -- forming -- flesh-side electrode substrate 643 It obtains.

[0262] On the other hand, it is the front electrode substrate 631. It is the ITO transparent electrode 635 on the field in which irregularity with detailed extent which reduces the normal reflected light on the whole surface of a glass substrate, and does not reduce the transmitted light extremely as well as an example 1 was formed. What was formed is used. This flesh-side electrode substrate 643 The seal of the periphery of the front electrode substrate 631 is carried out by the sealant, and the reflective mold cel of 5 inches of cel configuration vertical angles of three RGB is produced.

[0263] Like an example 1, about 0.24 and  $\Delta\epsilon$  pour into this at a cel the solution in which deltan dissolved about 16 nematic liquid crystal at an acrylate monomer, 2 organic-functions urethane acrylate oligomer, a photo-curing initiator, and homogeneity, liquid crystal solidification object complex is stiffened by ultraviolet-rays exposure, and the reflective mold space optical modulator which is three pieces whose amounts of liquid crystal are 68wt(s)% is produced.

[0264] This front electrode substrate of three reflective mold space optical modulators is joined to the flat surface of a planoconvex spherical lens as well as an example 1. Moreover, CRT of 4.5 inches of diagonal effective screens which makes FAP a face plate is joined to FAP which is the flesh-side electrode substrate of a reflective mold space optical modulator, and it considers as a write-in input image.

[0265] Thus, the reflective mold liquid crystal display components 31, 32, and 33 are produced, and it includes in the same projection mold equipment as an example 1. Consequently, although only the light corresponding to 67% of numerical apertures of TFT can be used in the example 1, as a result of considering as the configuration of this example of reference, a numerical aperture improves effectually and an incident light bundle can be increased by about twenty percent. Other optical properties become almost the same as an example 1.

[0266] In this example of reference, although an amorphous silicon photoconductive layer is used as an optical image write-in ingredient, CdS film, amorphous Se, and Bi<sub>12</sub>SiO<sub>20</sub> single crystal etc. may be used as a photoconduction ingredient.

[0267] Moreover, it is Si and SiO<sub>2</sub> as a light-shielding film in addition to the CdTe film. The dielectric multilayer reflecting mirror which carried out the laminating is sufficient so that optical thickness (refractive-index x thickness) may become  $\lambda/4$  to the main wavelength  $\lambda$  of a protection-from-light wavelength band by turns, and the black distributed in photosensitive polymer and the high photosensitive polymer of electric insulation are sufficient as the detailed carbon particle indicated in the example 1. Electric insulation is high, and if it is the matter with the high rate of light absorption, it can use.

[0268] (Example 10 of reference) As a space optical modulator of the reflective mold of the example 9 of reference, the reflective mold liquid crystal display component using CPT is used. this example of reference shows to drawing 15 -- as -- CPT750 The dielectric multilayer reflecting mirror 737 same in one side as an example 1 forming -- flesh-side electrode substrate 750 of a reflective mold liquid crystal display component \*\*\*\*\* -- it uses.

[0269] On the other hand, it is the front electrode substrate 731. It is the ITO transparent electrode 735 on the field in which irregularity with detailed extent which reduces the normal reflected light on the whole surface of a glass substrate, and does not reduce the transmitted light extremely as well

as an example 1 was formed. What was formed is used. This flesh-side electrode substrate 750 The seal of the periphery of the front electrode substrate 731 is carried out by the sealant, and the reflective mold cel of 2 inches of cel configuration vertical angles of three RGB is produced.

[0270] Like an example 1, about 0.24 and deltaepsilon pour into this at a cel the solution in which deltan dissolved about 16 nematic liquid crystal at an acrylate monomer, 2 organic-functions urethane acrylate oligomer, a photo-curing initiator, and homogeneity, liquid crystal solidification object complex is stiffened by ultraviolet-rays exposure, and the reflective mold liquid crystal device which is three pieces whose amounts of liquid crystal are 68wt(s)% is produced. CPT750 of this reflective mold liquid crystal device Various methods can be considered as the volt input approach corresponding to an image on one side.

[0271] For example, it is CPT750 beforehand. A photoconduction ingredient like the amorphous silicon film is formed in the near field in which the dielectric multilayer reflecting mirror is not formed, CPT by which the transparent electrode is formed on it is used as a flesh-side electrode substrate, and it is the front electrode substrate 731. Electrode 735 By impressing fixed alternating voltage in between, the reflective mold space optical modulator of the same optical image write-in mold as the example 9 of reference is realized. In this case, the function of the light-shielding film of the example 9 of reference is achieved by using the matter of light absorption nature as an insulating material of CPT.

[0272] As another example, as shown in drawing 16, it is the bump bond 760 to one side of CPT. It minds and is the active-matrix substrate 733. You may join. Such a configuration, then pixel 736 of a active matrix Applied voltage lets CPT pass and it is the liquid crystal solidification object complex layer 732 as it is. It is impressed. Therefore, it is not necessary to consider the active-matrix substrate itself as a reflective mold configuration like an example 1, and the configuration of a active-matrix substrate is completely the same as a transparency mold configuration, and good. Moreover, it is not necessary to form a photoconduction layer, and like the example 9 of reference, since the input image for optical writing is not needed, a configuration becomes simple.

[0273] Moreover, as another example of reference, as shown in drawing 17, it is CPT750. Electron gun 774 used for one side at CRT Electron lens 773 By combining and scanning a charge to a CPT side, an image information electrical potential difference may be impressed to the liquid crystal solidification object complex layer 732 as it is through CPT.

[0274] electron gun 774 from -- although only a minus charge can be supplied, it is shown in drawing 17 -- as -- this CPT side -- approaching -- mesh electrode 772 arranging and adjusting that applied voltage -- insulator matter 771 of a CPT side Since the secondary charge emission characteristic can be operated, a plus charge can also be supplied to a CPT side as a result. in order to supply a plus charge to a high speed at this time -- an insulator ingredient with a big secondary charge emission factor, for example, MgO, and CaF2 etc. -- forming in a CPT side is desirable.

[0275] Moreover, in order to use a CRT production process in electron gun writing, the production procedure of a reflective mold liquid crystal display component differs from other things. Namely, CPT750 shown in drawing 17 After producing CRT made into a face plate, the reflective mold cel which used the CPT as the flesh-side electrode substrate is produced, and further, liquid crystal solidification object complex will be poured in and exposed, and will be formed.

[0276] In the case of the space optical modulator of the example 9 of reference, needed CRT and a liquid crystal display component separately as an image generation means for writing, but Since the amount information of charges on CRT can be impressed to a direct liquid crystal solidification object complex layer as an electrical potential difference, without carrying out luminescence conversion of the charge energy with a fluorescent substance by considering as the reflective mold liquid crystal display component of a configuration like drawing 17, while a configuration becomes easy Degradation and energy loss of resolution accompanying luminescence conversion with a fluorescent substance can be reduced.

[0277] since the area of the conductor part occupied to a flesh-side electrode substrate side serves as an effectual pixel electrode surface when using CPT as a flesh-side electrode substrate -- a conductor -- the occupancy area of the section is so desirable that it is large. an actual CPT production top -- a conductor -- in order to enlarge a pixel electrode surface product even when lead wire is comparatively thin since there is a limitation in the occupancy area of the section, it is desirable to form a pixel electrode in the reflector side of CPT.

[0278] Namely, what is necessary is just to carry out patterning to a pixel configuration, after forming a metal membrane or the transparent electrode film on the surface of CPT. When the high silver film and aluminum film of a reflection factor are used as a pixel electrode, it also has the operation as a reflecting layer. On the other hand, in the case of a transparence pixel electrode, a high reflection factor and endurance are attained by forming a dielectric multilayers reflecting layer all over the upper [ the ].

[0279] (Example 11 of reference) Instead of the reflective mold liquid crystal display component of an example 1, a high-reflective-liquid-crystal optical element as shown in drawing 11 is used. Converging-mirror substrate 533 which is a flesh-side electrode substrate It is glass which has the ellipsoid near the spherical surface, detailed irregularity is formed in the flat-surface side, and it is a transparent electrode 536 on it. It is formed. Dielectric multilayer reflecting mirror 537 corresponding to RGB each wavelength region in the ellipsoid side It is formed. The spectral characteristic is the same as that of an example 1.

[0280] Front electrode substrate 531 It is the ITO transparent electrode 535 on the field in which irregularity with detailed extent which reduces the normal reflected light on the whole surface of a glass substrate, and does not reduce the transmitted light extremely as well as examples 1 and 2 was formed. What was formed was used. This flesh-side electrode substrate 533 Front electrode substrate 531 The seal of the periphery is carried out by the sealant, the reflective mold cel of 3 inches of cel configuration vertical angles of three RGB is produced, and impregnation exposure of the compatible object of liquid crystal and a photo-setting resin is carried out, and liquid crystal solidification object complex is formed and it considers as a high-reflective-liquid-crystal optical element.

[0281] Thus, the produced high-reflective-liquid-crystal optical element is included in the same projection mold equipment as an example 1, and is used as a lighting system. Consequently, by making adjustable two sorts of aperture diaphragms, a light source system and the projection system, and adjusting the applied voltage to three high-reflective-liquid-crystal optical elements, it is 1000:1 or more extinction ratios, and the small lighting system in which full color modulated light is possible at high speed is obtained.

[0282]

[Effect of the Invention] with the projection mold electrochromatic display optical equipment of this invention, as a liquid crystal ingredient pinch between a front electrode substrate and a flesh side electrode substrate, since the liquid crystal optical element of the reflective mold which pinched the liquid crystal solidification object complex which can control a dispersion condition and a transparency condition electrically be use, a polarizing plate be unnecessary, as compared with the conventional TN liquid crystal optical element, the permeability of the light at the time of transparency can be improve sharply, and a bright projection image be obtain.

[0283] When the high-reflective-liquid-crystal optical element used by this invention changes the impression condition of an electrical potential difference, since the substrate gap may be narrow, it can drive by the low battery, and also in the drive using IC for a drive for the conventional TN liquid crystal optical elements, it has a high contrast ratio and the display of high brightness is attained, rather than it is controllable and uses high dispersion nature and high permeability with a transparency mold.

[0284] By this invention, since the reflective film by dielectric multilayers is used as reflective film of a flesh-side electrode substrate, it is hard to produce the problem of degradation of the optical

mirror plane by the reaction with a substrate interface ingredient, and a flat mirror plane without light absorption with a high reflection factor is especially easy to be acquired. Moreover, since there is no conductivity, there is also no problem of a short circuit with a wiring electrode.

[0285] Furthermore, the configuration of multilayers can give selective reflection nature. For this reason, it is possible to make it function as a reflective mold color filter without absorption.

Thereby, thin substrate spacing is possible, this employing efficiently the advantage that a low-battery drive is possible, it is bright and the good projection display of a contrast ratio can be obtained.

[0286] Moreover, since detailed irregularity is formed in the transparent electrode side which touches the liquid crystal solidification object complex layer of the front electrode substrate in a reflective mold component and normal reflection is reduced, superposition of the interface reflected light to a projection image in case a liquid crystal solidification object complex layer is in a dispersion condition is reduced, and high contrast projection can be realized.

[0287] Moreover, the liquid crystal optical element of the reflective mold used by this invention also has the advantage that there are few wavelength dependencies of an optical property and the color correction of the light source etc. almost becomes needless since it is not necessary to use a polarizing plate. Moreover, since the problem of destruction of the active element by orientation processing of rubbing indispensable to TN liquid crystal optical element etc. or generating of static electricity accompanying it is also avoided, the manufacture yield of a liquid crystal optical element can be raised sharply.

[0288] Furthermore, since after hardening has become film-like, this liquid crystal solidification object complex cannot produce the problem of destruction of the active element by the short circuit between substrates by the pressurization of a substrate, or migration of a spacer easily, either.

[0289] Moreover, this liquid crystal solidification object complex is equivalent to the case where specific resistance is the conventional TN liquid crystal optical element, does not need to prepare big storage capacitance for every pixel electrode like the conventional DSM liquid crystal optical element, the design of an active element is easy for it, and it tends to enlarge the rate of an effective pixel electrode surface product, and can keep few the power consumption of a liquid crystal optical element.

[0290] Furthermore, since manufacture becomes possible only by removing an orientation film formation process from the production process of TN liquid crystal optical element, production is easy. Moreover, the liquid crystal optical element using this liquid crystal solidification object complex has the features that the response time is short, and the display of an animation is also easy for it. Furthermore, since the electro-optics property (V-T curve) of this liquid crystal optical element is a comparatively gently-sloping property as compared with TN liquid crystal optical element, application to a gradation display is also easy for it.

[0291] Moreover, the liquid crystal optical element used for this invention is no of the liquid crystal which uses the refractive index of a solidification object matrix. Since light is scattered about in the part which does not impress an electrical potential difference by making it mostly in agreement, it is convenient, even if it does not shade any parts other than a pixel strictly by the light-shielding film, and there is little leakage of light at the time of projection and it does not shade the gap between contiguity pixels at it.

[0292] For this reason, by using the active element by Polycrystal Si as an active element especially, the light source for projection of the high brightness only in only preparing a light-shielding film having no light-shielding film or simple can be used for an active element part, and the projection mold liquid crystal optical equipment of high brightness can be obtained easily. Or it furthermore is not necessary to prepare a light-shielding film at all in this case, only a simple light-shielding film becomes things and a production process can be facilitated further. However, when the incident light illuminance to a reflective mold display device is very big, the cure against

protection from light of an active element becomes indispensable relatively.

[0293] Moreover, sequential arrangement is carried out without making two dichroic mirrors cross so that the dichroic mirror for color separation composition may consist of two two-sort monotonous mold dichroic mirrors and the include angle  $\alpha$  of the optical axis in optical system and the normal of a dichroic mirror side to make may become 20 degrees - 35 degrees, and since it arranges so that the include angle  $\beta$  which two sorts of dichroic mirror sides make may become 40 degrees - 70 degrees, the spectral characteristic of color separation composition of a dichroic mirror is excellent. Consequently, while the high full color incident light of color purity was obtained, the color separation composition system was miniaturized.

[0294] The optical system which consists of a light source system, a color separation composition system, and a reflective mold liquid crystal display component may be miniaturized by the arrangement configuration of each component mentioned above.

[0295] Moreover, the light reflected by the high-reflective-liquid-crystal optical element is condensed, and the miniaturization of the whole projection mold liquid crystal optical equipment is attained by using the projector lens which has the diaphragm corresponding to the magnitude of the opening image for the location which generates opening of the 2nd focal location of an ellipse mirror, and an image [ \*\*\*\* ].

[0296] Furthermore, by interlocking a diaphragm of a light source system and a diaphragm of the projection system, and making the opening adjustable, the contrast ratio and brightness of a projection image can be adjusted, and the high display of the visibility according to the brightness of a perimeter environment is attained.

[0297] Moreover, two sorts of dichroic mirrors have distribution so that a difference of the spectral transmittance corresponding to a difference of the optical incident angle of the location within the field may be reduced and the spectral transmittance within a dichroic mirror side may differ in the location within a field. Moreover, since cone-like prism or a cone-like reflector is arranged near the aperture diaphragm arranged in the light source system for projection in the 2nd focal location of an ellipse mirror, the projection mold liquid crystal optics excellent in the homogeneity of the field intrinsic-light intensity distribution of screen incident light and color distribution is acquired.

[0298] Moreover, the electrical-potential-difference impression corresponding to image information becomes easy by using CPT by which the reflective film was formed in one side as a rear-face electrode substrate of a high-reflective-liquid-crystal optical element. It is effective in the high-reflective-liquid-crystal optical element which makes CRT an electrification image supply means especially.

[0299] Moreover, an active element is prepared line wiring of plurality [ top / substrate ], two or more train wiring, and near the intersection of those, and the flesh-side electrode substrate of the reflective mold liquid crystal display component of this invention has the composition that a dielectric multilayer reflecting mirror is formed all over the upper [ the ], and a pixel transparent electrode flows in an active element through the contact hole where patterning formation of the transparent electrode further for a pixel display to a it top was carried out, and it was formed in the dielectric multilayer reflecting mirror layer.

[0300] Consequently, since the close relation between an active element and a rear-face electrode substrate ingredient, and a pixel configuration is lost, while the selection degree of freedom of a component configuration increases, a big numerical aperture can be attained. Therefore, a still brighter projection image is obtained.

[0301] This invention can perform outside this application various by within the limits which does not lose the effectiveness of this invention.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The top view showing the configuration of the projection mold electrochromatic display optical equipment of this invention.

[Drawing 2] The side elevation showing the configuration of the projection mold electrochromatic display optical equipment (some components are omitted) of this invention.

[Drawing 3] The sectional view showing an example of the configuration of the light source system using the cone-like prism of this invention.

[Drawing 4] The sectional view showing an example of the configuration of the light source system using the cone-like reflector of this invention.

[Drawing 5] The sectional view showing an example of the liquid crystal optical element equipped with the reflexivity flesh-side electrode of this invention.

[Drawing 6] The sectional view of a liquid crystal optical element where the rear face of the flesh-side substrate of this invention was equipped with the reflector.

[Drawing 7] The sectional view showing an example by which a reflective means and a liquid crystal optical element equipped with the reflex function layer of this invention have been arranged by separating space.

[Drawing 8] The sectional view of the liquid crystal optical element of this invention in which the 1st means (concave convex) of interface reflective reduction was formed.

[Drawing 9] The sectional view of the liquid crystal optical element of this invention in which the 2nd means (antireflection film) of interface reflective reduction was formed.

[Drawing 10] The sectional view of the liquid crystal optical element of this invention in which the 3rd means (inclination) of interface reflective reduction was formed.

[Drawing 11] The sectional view of the liquid crystal optical element which formed the converging mirror in the flesh-side substrate of this invention.

[Drawing 12] The sectional view showing an example of this invention with which it separated spatially, and it has been arranged and the condensing nature reflective means and the liquid crystal optical element were combined.

[Drawing 13] The sectional view showing an example of the liquid crystal optical element of this invention by which the reflective film was prepared between the active element and the light-shielding film.

[Drawing 14] The sectional view showing an example of the liquid crystal optical element of this invention in which a photoconduction layer and the reflective film were prepared.

[Drawing 15] The sectional view showing an example of the liquid crystal optical element using CPT by which the dielectric multilayer reflecting mirror was formed in one side as a flesh-side electrode substrate.

[Drawing 16] The sectional view showing an example of the liquid crystal optical element joined to the active element substrate with bump bond using CPT by which the dielectric multilayer reflecting



mirror was formed in one side as a flesh-side electrode substrate.

[Drawing 17] The sectional view showing an example of the liquid crystal optical element which supplies an electrification image by CRT using CPT by which the dielectric multilayer reflecting mirror was formed in one side as a flesh-side electrode substrate.

[Drawing 18] The top view showing the conventional example of the projection mold liquid crystal optical equipment using a dichroic prism.

[Drawing 19] The side elevation showing the conventional example of the projection mold liquid crystal optical equipment using a dichroic prism.

[Drawing 20] The top view showing the conventional example of the projection mold liquid crystal optical equipment using a crossover monotonous dichroic mirror.

[Drawing 21] The side elevation showing the conventional example of the projection mold liquid crystal optical equipment using a crossover monotonous dichroic mirror.

[Drawing 22] The top view showing the conventional example 1 of the projection mold optical equipment using the reflective mold display device and sequential arrangement mold monotonous dichroic mirror using deformation of a viscoelastic body.

[Drawing 23] The top view showing the conventional example 2 of the projection mold optical equipment using the reflective mold display device and sequential arrangement mold monotonous dichroic mirror using deformation of a viscoelastic body.

[Drawing 24] The top view showing the conventional example 3 of the projection mold optical equipment using the reflective mold display device and sequential arrangement mold monotonous dichroic mirror using deformation of a viscoelastic body.

[Drawing 25] The sectional view showing an example of the configuration of the light source system of this invention for which the ellipse mirror and the spherical mirror were put together and cone-like prism was used further.

[Drawing 26] The sectional view showing the duplex electrode structure of this invention where the pixel electrode of an active element flowed through the transparence pixel electrode and contact hole on a dielectric multilayer reflecting mirror.

[Drawing 27] The perspective view showing typically an example of the projection mold electrochromatic display optical equipment of this invention.

[Drawing 28] Black matrix-on of this invention / top view of TFT (3rd electrode structure).

[Drawing 29] Black matrix-on of this invention / sectional view of TFT (3rd electrode structure).

[Drawing 30] The top view of an example of the projection mold electrochromatic display optical equipment of this invention.

[Drawing 31] The top view showing the conventional example of the projection mold liquid crystal optical equipment using the DSM liquid crystal display component of a TFT drive, and a dichroic prism block.

[Drawing 32] The perspective view having shown typically the optical path in the reflex function layer order of the projection mold electrochromatic display optical equipment of this invention.

[Description of Notations]

1: Light source system

2: Color separation composition optical system

4: Incident light study system

42: Projector lens

5: A main optical axis

11: Light source

12: Ellipse mirror

13: Aperture diaphragm

14: Cone-like prism

15a, 15b: Cone-like reflector

21 22: Dichroic mirror

31, 32, 33: High-reflective-liquid-crystal optical element block  
31A, 32A, 33A: High-reflective-liquid-crystal optical element  
31B, 32B, 33B: Condenser lens  
41: The 2nd aperture diaphragm

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

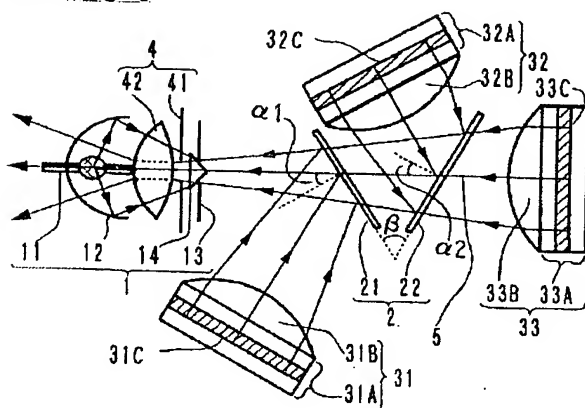
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

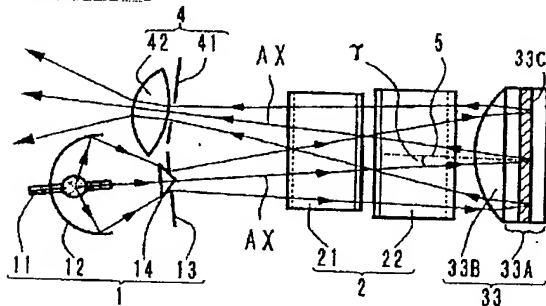
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

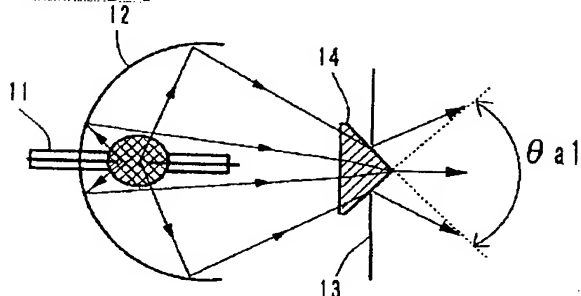
[Drawing 1]



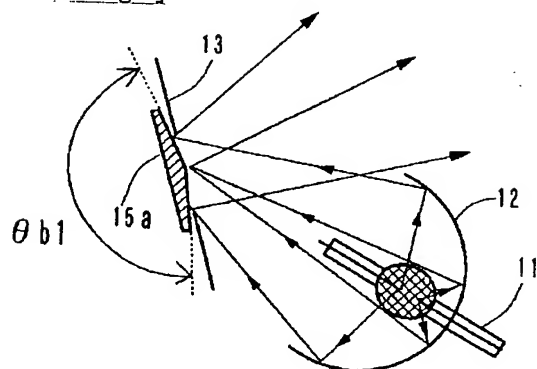
[Drawing 2]



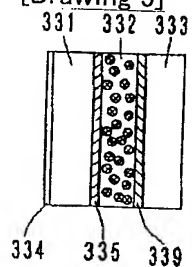
[Drawing 3]



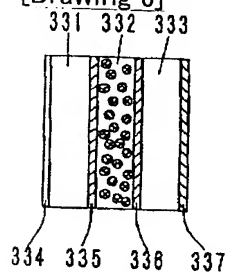
[Drawing 4]



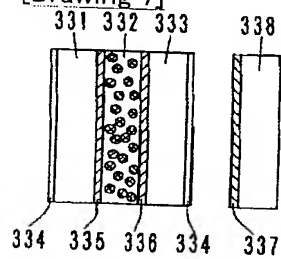
[Drawing 5]



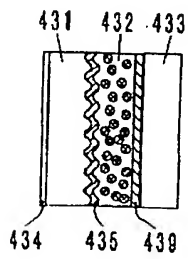
[Drawing 6]



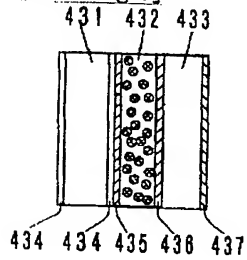
[Drawing 7]



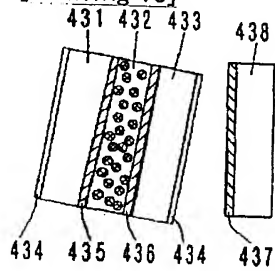
[Drawing 8]



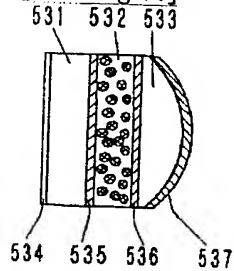
[Drawing 9]



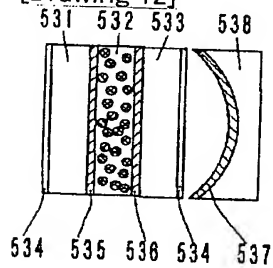
[Drawing 10]



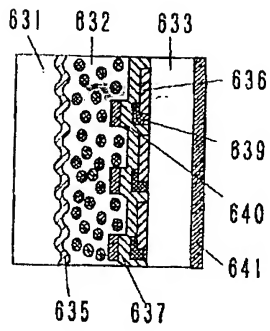
[Drawing 11]



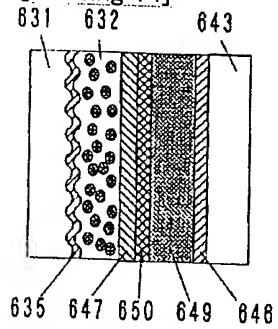
[Drawing 12]



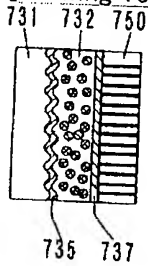
[Drawing 13]



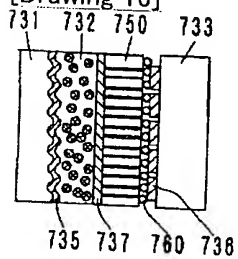
[Drawing 14]



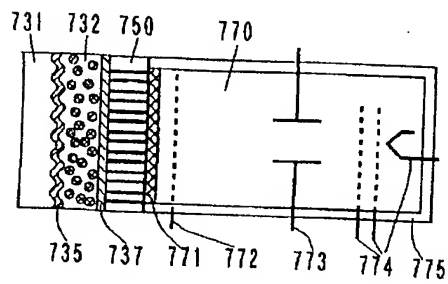
[Drawing 15]



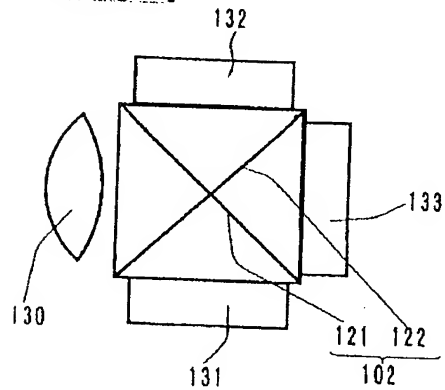
[Drawing 16]



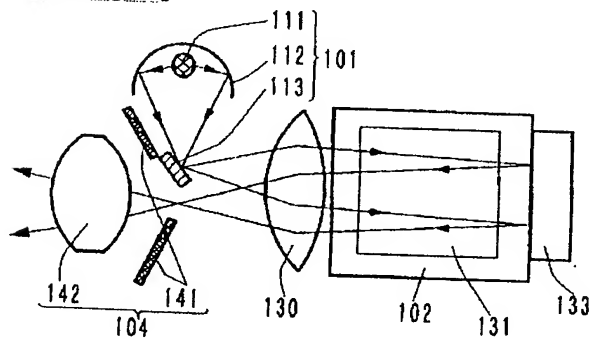
[Drawing 17]



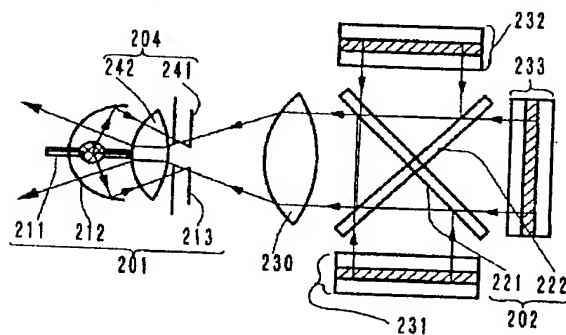
[Drawing 18]



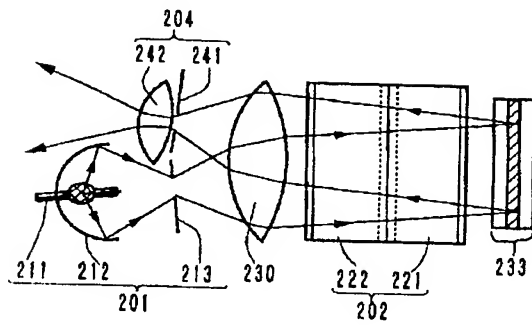
[Drawing 19]



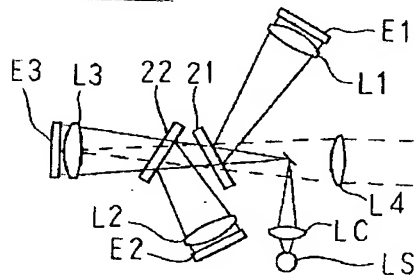
[Drawing 20]



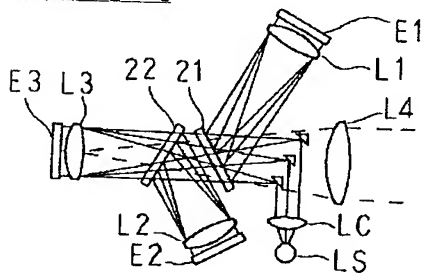
[Drawing 21]



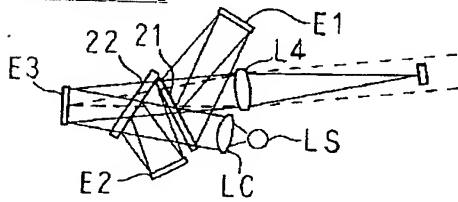
[Drawing 22]



[Drawing 23]

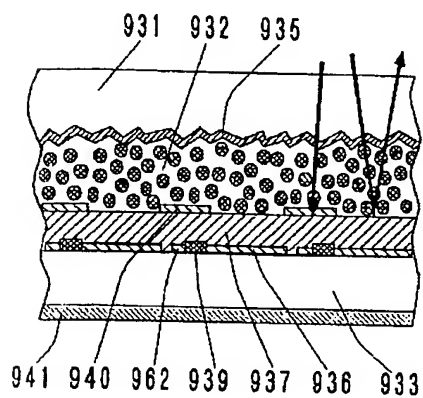


[Drawing 24]

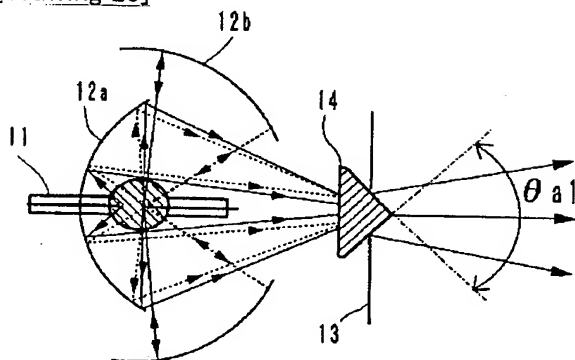


[Drawing 29]

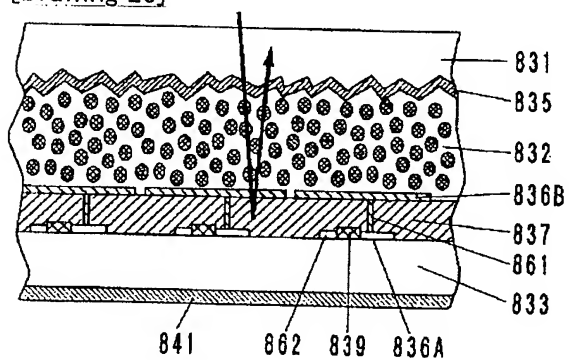




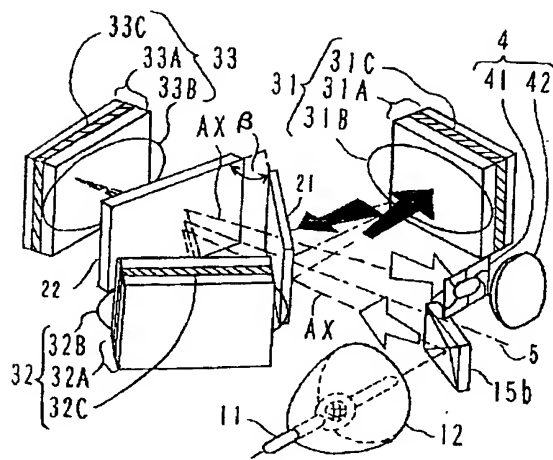
[Drawing 25]



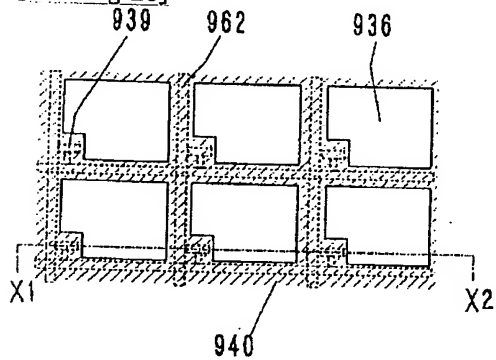
[Drawing 26]



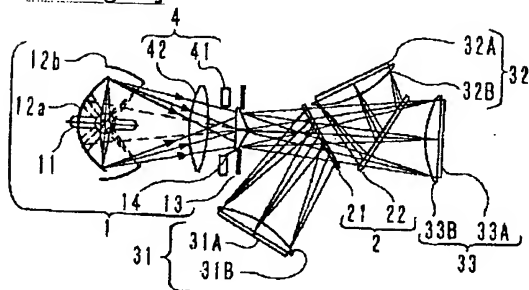
[Drawing 27]



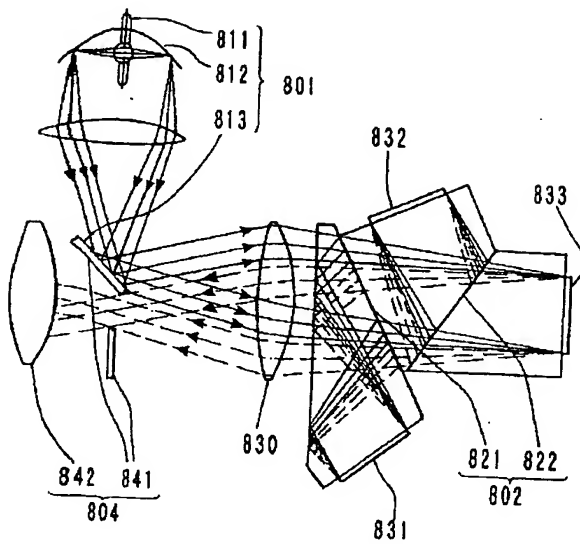
[Drawing 28]



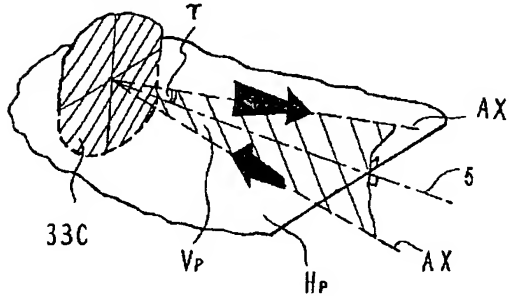
[Drawing 30]



[Drawing 31]



[Drawing 32]



---

[Translation done.]

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

### **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**